

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Fragestellung</b>	7
<b>2. Methode</b>	10
2.1    Untersuchungsdesign und Versuchsablauf	10
2.2    Stichprobe	13
2.3    Eingesetzte Fragebogen	14
<b>3. Ergebnisse</b>	21
3.1    Zwei Klimabedingungen im Komfortvergleich	21
3.1.1    Subjektive Klimabewertungen	21
3.1.2    Wohlbefinden	32
3.1.3    Klimaempfinden pro Körperbereich	35
3.1.4    Komfort in der Sitzreihe	46
3.1.5    Einfluss von Personenmerkmalen auf das Klimaempfinden	53
3.2    Zusammenhang zwischen objektiven Bedingungen und subjektivem Erleben	73
3.2.1    Gesichtstemperatur und subjektives Empfinden	73
3.2.2    Temperatur an unterschiedlichen Körperteilen und subjektives Empfinden	74
3.2.3    Vorhersage des subjektiven Empfindens	78
<b>4. Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse</b>	80
<b>Anhang A</b>	85
<b>Anhang B</b>	86



## 1. Fragestellung

Die Analyse und die Steigerung des Passagierkomforts in der Flugzeugkabine werden in mehreren Zusammenhängen in Forschung und Praxis aktuell thematisiert. Das Thema erhält Bedeutung, da durch die Berücksichtigung der Bedürfnisse von Kunden bei der Auslegung von Flugzeugkabinen Wettbewerbsvorteile erzielt werden können. Auch deshalb richten Unternehmen im Flugzeugbau sowie Fluggesellschaften ihre Aufmerksamkeit - neben der Beachtung von Vorgaben zu Sicherheit und Gesundheitsschutz - auf den Reisekomfort der Passagiere. Empirische Grundlagen für Gestaltungsentscheidungen werden dazu u.a. aus einigen Forschungsprojekten zur Verfügung gestellt (z.B. HEACE, ICE, CoSiCab [DLR-intern]).

Mit dem Begriff Komfort wird allgemein ein angenehmer Zustand – ein Wohlbefinden – bezeichnet, das aus dem Erleben der Person heraus zu verstehen ist. Die folgende Definition berücksichtigt diesen subjektiven psychischen Anteil und formuliert sowohl die Abwesenheit von Beeinträchtigung als auch das Auftreten von Wohlbefinden: „Comfort is defined as a psychological state of a subjective well-being (in the sense of relaxation, pleasantness, ease, satisfaction, convenience or physical freedom of complaints) induced under optimal conditions“ (Quehl, 2001, S.11).

Die Gestaltung optimaler Komfortbedingungen bezieht sich im Rahmen des Reisekomforts im Flugzeug auf unterschiedliche Elemente oder Systeme der Kabine wie z.B. Sitz, Entertainment, Lärm, Licht, Klima, Service. Eine systematische Sicht auf die Situation des Passagiers in einem Flugzeug unter Komfortgesichtspunkten nach dem AUTO-Modell (Artefact, User, Task, Organisational environment) bietet die folgende Tabelle 1 nach Dumur, Banard und Boy (2004, S. 117).

Tabelle 1

*Situation des Passagiers in der Flugzeugkabine (nach Dumur, Banard & Boy, 2004, S. 117)*

<b>AUTO elements</b>	<b>Examples</b>
Passanger variables	Age; Gender; Travel purpose (business, holidays), Passenger accompaniment (alone, with family, colleagues); Handicaps, Experience with air travel; Size and other anthropometric and morphological features
Artefacts	Seat; Table; Seat belt; Light; IFE (in flight entertainment); Flight information; Laptop connection; Internet, Telephone; Air-conditioning; Luggage compartment; Journals and books; Food and drink tray; Crew alert; Smart card reader
Activities	Sleeping; Reading; Working; Being entertained and playing; Eating; Communication with other passengers, crew, exterior; Move around the cabin; Act on seat, environment and IFE parameters; Follow security demands
Environment variables	Crew; Other passengers; Decoration; Flight duration; Point of departure and destination; Connections; Cabin layout; Turbulence; Physical conditions within the cabin (temperature, light, noise, air quality)

Die Forschungsarbeiten, die mit diesem Bericht vorgelegt werden, beziehen sich nicht auf die Gesamtheit dieser Bedingungen, sondern ausschließlich auf den „Thermischen Komfort“ in der Flugzeugkabine. Die Optimierung des Thermischen Komforts bildet ein wesentliches Ziel für die Auslegung einer modernen Flugzeugkabine. Sechs Hauptfaktoren lassen sich hinsichtlich des subjektiv empfundenen thermischen Komforts unterscheiden: Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Strahlungswärme, Luftbewegung und -geschwindigkeit, Bekleidung und die Aktivitätsrate der Person (nach Fanger, 1972). Thermische Belastungen entstehen in der Kabine durch Sonneneinstrahlung, elektrisches

Equipment sowie durch die Wärmeabgabe von den Passagieren. Eine besondere Herausforderung für die Klimaauslegung stellt die Luftströmung, mit ihrem durch die Entlüftung im Boden spezifischen Strömungsverlauf, dar. Die thermischen Bedingungen in der Kabine sollten durch die Klimaanlage so gesteuert werden, dass Unbehagen vermieden wird. Dies wird u.a. durch die Bereitstellung einer Mischung frischer mit rezirkulierter Luft und einer hohen Austauschrate der Luft bewirkt. Die Wirkung thermischer Bedingungen auf das Komforterleben kann in experimentellen Untersuchungen erforscht werden. Da diese kosten- und zeitintensiv sind, werden zunehmend CFD Methoden (Computational Fluid Dynamics) eingesetzt, um Strömungs- und Temperaturverhältnisse für ein gegebenes Kabinendesign vorherzusagen. Basis für diese Vorhersage bildet neben einem CFD-Code eine umfangreiche Datenbank zum Komforterleben in spezifischen Klimasituationen (Rütten, Konstantinov & Wagner, 2008).

Der Bericht gibt einen Überblick zu Untersuchungen, die innerhalb des Projektes CoSi-Cab+ (Comfortable and Silent Cabin +, 2007-2009, internes Projekt DLR e.V.) durchgeführt wurden. Die Zielsetzung der Untersuchungen zum thermischen Komfort bestand darin, ausgewählte Komfortbedingungen zu validieren, das eingesetzte Fragebogeninstrumentarium zur Erfassung des subjektiven Wohlbefindens zu bewerten und eine empirische Basis für Komfortvorhersagen zu liefern.

Umgesetzt wurden diese Arbeiten in der Do 728, einem Flugzeug-Mock-Up des DLR. Diese intakte Flugzeugzelle mit einer voll ausgestatteten Kabine bietet für experimentelle Arbeiten zum thermischen Komfort optimale Bedingungen, die bei vollbesetzter Kabine mit 70 Personen am Boden durchgeführt werden können.

Mit diesem Bericht werden Aufbau und Ergebnis von vier Untersuchungen mit definierten Klimaszenarien vorgelegt. Abschließend wird die Güte der Messmethodik für das Komforterleben und die Eignung der erhobenen Variablen für die Vorhersage von Klimakomfort beschrieben.

Dem gesamten Projekt wurde ein Klimakomfortmodell (siehe Abbildung 1) zugrunde gelegt, dem die berücksichtigten Variablen zu entnehmen sind. Die ausgewählten Klimaszenarien mit den experimentell variierten Parametern (Temperatur, Luftgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit) bewirken an den Sitzplätzen und Bereichen in der Kabine (z.B. Sitzreihe) bestimmte Klimabedingungen. Diese sind am Körper bzw. an Körperbereichen (z.B. gesamter Oberkörper) wahrnehmbar. Bestimmte Situationen, die durch diese Klimabedingungen definiert sind, werden für eine spezifische Dauer und mit einem experimentellen Plan innerhalb des Versuches vorgegeben. Diese objektiven Klimasituationen werden von Individuen unterschiedlich verarbeitet. Hierbei spielt die Klimapräferenz der Person, die Ausprägung in relevanten Persönlichkeitsmerkmalen (vor allem Neurotizismus, Extraversion) und das Geschlecht eine Rolle. Das resultierende subjektive Empfinden setzt sich daher aus der gegebenen Klimasituation und der individuellen Verarbeitung zusammen. Subjektives Empfinden wird operationalisiert durch unterschiedliche Kriterien:

- Klimabewertungen  
(Parametereinschätzung; Parameterbehaglichkeit; Parameterwirkung pro Körperteil [Einschätzung und Behaglichkeit]; Klimabehaglichkeit und Zufriedenheit)
- Physisches Wohlbefinden
- Psychisches Wohlbefinden

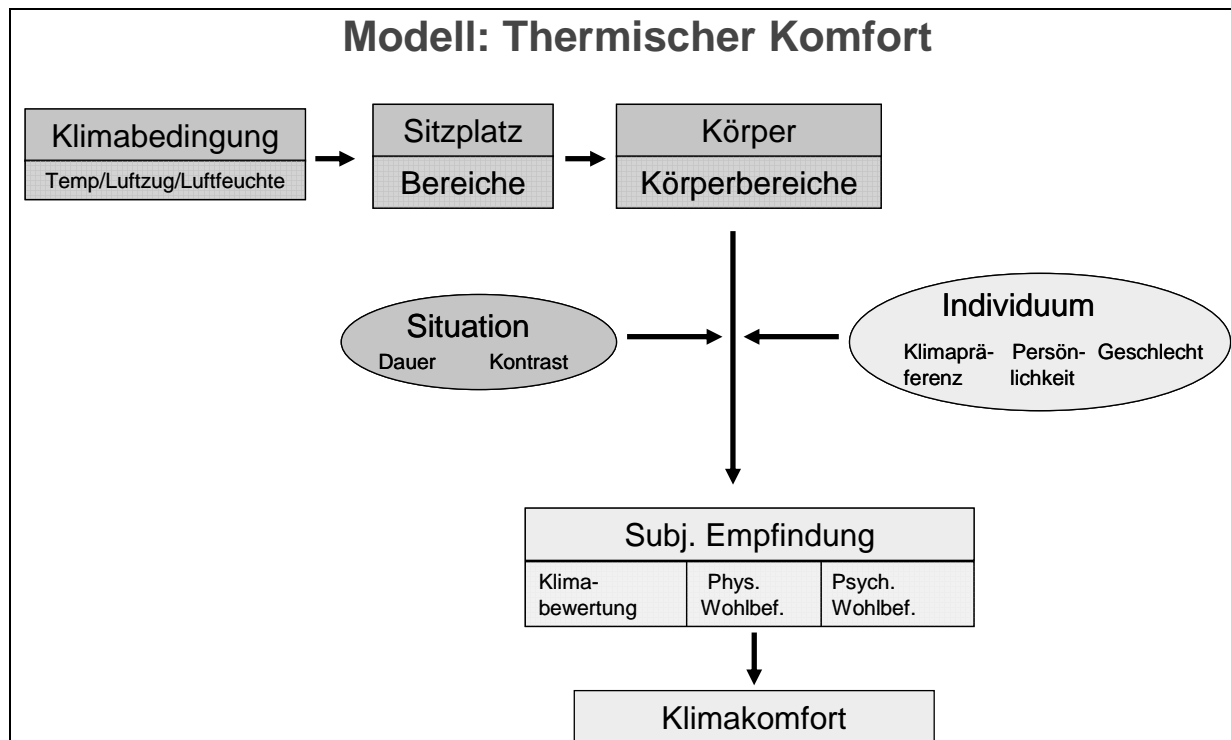


Abbildung 1

*Modell zum thermischen Komfort*

Die eingesetzten Maße bzw. Skalen werden mit Hilfe von Fragebogen erhoben. Die so gewonnenen subjektiven Aussagen geben Information über den erlebten Klimakomfort. Die erfassten Kriterien ermöglichen dabei einen unterschiedlichen Zugang zum Empfinden:

- Die Klimabewertungen liefern Aussagen über die Qualität der erlebten Klimabedingung. Die Aussagen liegen sehr pauschalisiert vor, wenn die Klimabehaglichkeit und -zufriedenheit insgesamt betrachtet werden. Sie bieten mehr Aufklärung, wenn Aussagen zu den einzelnen Parametern (z.B. Temperatur und Luftstrom) insgesamt und auch auf einzelne Körperbereiche bezogen ausgewertet werden.
- Das physische und psychische Wohlbefinden liefert ergänzend zu den Behaglichkeitsangaben in Hinblick auf die konkreten Parameter eine Aussage über die Ausprägung des Wohlbefindens z.B. indem das Ausmaß positiver Stimmung, Ruhe oder Wachheit deutlich wird.

Das hier eingesetzte Befragungsinstrument wurde bereits in einigen Studien in Kabinen-Mock-Ups verwendet und hinsichtlich seiner Testqualität bestätigt (Marggraf-Micheel & Jaeger, 2007). Nach bisherigem Erkenntnisstand liefert kein subjektiver Parameter für sich gesehen eine vollständige Aufklärung des subjektiven Befindens. Auch ist die Beziehung zwischen den Parametern noch nicht definiert. Die subjektiven Aussagen bieten jedoch insgesamt ein Bild über den für eine gegebene Klimabedingung vorherrschenden Klimakomfort und sie sind geeignet, Unterschiede zwischen der Wirkung von Klimabedingungen aufzuzeigen.

## 2. Methode

### 2.1 Untersuchungsdesign und Versuchsablauf

Es wurden insgesamt vier Untersuchungen in einem Flugzeugkabinen-Mock-Up vom Typ „Dornier 728“ durchgeführt. Dieses Single Aisle Flugzeug verfügt über 70 Sitzplätze in 14 Reihen, wobei sich auf der linken Seite (von vorne betrachtet) jeweils drei Sitzplätze nebeneinander befinden und auf der rechten Seite jeweils zwei (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2

*Links: Versuchsträger Dornier 728 in einer Halle des DLR-Standorts Göttingen. Rechts: Innenausstattung der Dornier 728.*

Die Untersuchungen fanden im Dezember 2007, im Mai 2008, im Mai 2009 und im September 2009 am Standort Göttingen statt. Die höchste Außentemperatur in Göttingen betrug an den Untersuchungstagen in der genannten Reihenfolge 11°C, 30°C, 16.5°C und 18°C. Die Dornier 728 ist mit einer speziellen Klimaanlage ausgestattet, so dass unterschiedliche Klimabedingungen simuliert werden können. Es wurden in den Untersuchungen jeweils zwei Klimabedingungen analog den Bedingungen während eines Steigfluges (Climb) und den Bedingungen während eines Reisefluges (Cruise) simuliert. In allen vier Untersuchungen wurden die Klimaparameter Temperatur und Luftzug experimentell variiert, in den Untersuchungen im Jahre 2009 konnte zusätzlich auch die Luftfeuchtigkeit experimentell variiert werden.

Die beiden relevanten Klimabedingungen wurden in den Untersuchungen im Dezember 2007, im Mai 2008 sowie im Mai 2009 jeweils in unterschiedlicher Reihenfolge wiederholt (Design: Climb-Cruise-Cruise-Climb), um den Reihenfolgeeffekt zu kontrollieren. Lediglich in der Untersuchung im September 2009 wurden die Klimabedingungen nicht wiederholt durchgeführt (Design: Cruise-Climb). Die Tabelle 2 veranschaulicht das Untersuchungsdesign und enthält die basierend auf einer Messkampagne angestrebten Sollwerte für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftaustausch.

Tabelle 2

*Untersuchungsdesign und Sollwerte aus einer Messkampagne „Thermischer Komfort“*

Vorlauf	Climb	Cruise	Cruise	Climb
Klima nicht konstant	25 Grad 25% Feuchte 19 Luftaustausch	22 Grad 18% Feuchte 24 Luftaustausch	22 Grad 18% Feuchte 24 Luftaustausch	25 Grad 25% Feuchte 19 Luftaustausch

Objektive Messungen der tatsächlich realisierten Bedingungen während der Untersuchungen stehen für die Temperatur- und Luftfeuchtheitswerte zur Verfügung. Die Luftgeschwindigkeit wurde in einem nachfolgenden Versuch mit Dummies gemessen, in welchem die Klimabedingungen analog den Bedingungen im Versuch simuliert wurden. Die Luftgeschwindigkeit wurde dabei an unterschiedlichen Körperteilen der Dummies gemessen. Die gemessenen Werte der Luftgeschwindigkeiten im Dummy-Versuch sowie die Temperaturwerte und die relative Luftfeuchtigkeit in den vier Untersuchungen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Bedingung Climb ist im Gegensatz zur Bedingung Cruise wärmer und es herrscht weniger Luftzug. Die Luftfeuchtigkeit wurde in den ersten beiden Untersuchungen konstant gehalten, im Mai 2009 lag diese in Climb höher als in Cruise, im September 2009 in Cruise höher als in Climb.

Tabelle 3

*Objektive Messungen der Temperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit*

		Cruise	Climb
<b>Temperatur in °C</b>			
Dezember 2007	<i>M</i>	23.22 °C	24.94 °C
	<i>SD</i>	0.24	0.40
Mai 2008	<i>M</i>	23.65 °C	25.23 °C
	<i>SD</i>	0.27	0.56
Mai 2009	<i>M</i>	22.86°C	25.21°C
	<i>SD</i>	0.50	0.41
September 2009	<i>M</i>	21.88 °C	24.79 °C
	<i>SD</i>	0.23	0.28
<b>Einströmvolumen Liter/sek <sup>a)</sup></b>			
		660	540
<b>Relative Luftfeuchtigkeit in %</b>			
Dezember 2007	<i>M</i>	33.6%	37.7%
	<i>SD</i>	1.09	2.00
Mai 2008	<i>M</i>	32.5%	36.5%
	<i>SD</i>	0.73	2.83
Mai 2009	<i>M</i>	22.9%	36.3%
	<i>SD</i>	3.01	2.91
September 2009	<i>M</i>	40.3%	28.7%
	<i>SD</i>	1.17	1.44

<sup>a)</sup> Entspricht einer durchschnittlichen Luftgeschwindigkeit (an Dummies gemessen und über mehrere Körperteile gemittelt) von 0,17 m/s für den Klimafall Cruise und 0,15 m/s für den Klimafall Climb

Bei der Betrachtung der objektiven Bedingungen ist zu beachten, dass die Klimaanlage nach dem Versuch im Mai 2008 umgebaut wurde, um eine gleichmäßigere Klimatisierung zu erhalten. Aus diesem Grunde sind die ersten beiden Untersuchungen mit den beiden letzten aus dem Jahre 2009 in dieser Hinsicht nicht vergleichbar. Im Durchschnitt werden zwar insbesondere für Climb ähnliche Temperaturwerte erzielt, dennoch ist davon auszugehen, dass in den ersten beiden Untersuchungen noch stärkere Klimaunter-

schiede innerhalb der Kabine in den Klimabedingungen bestanden. Des Weiteren wurden in den Untersuchungen im Mai 2009 und September 2009 etwas kühlere Temperaturen angestrebt als in den vorangegangenen Untersuchungen.

Nach jeder Klimaphase wurde nach einer Einwirkzeit des Klimas von 20 Minuten (im September 2009 30 Minuten) ein Fragebogen verteilt, mit welchem umfangreiche Daten zum Klimaempfinden und dem Wohlbefinden erhoben wurden. Der Fragebogen wird im Abschnitt 2.3 vorgestellt. In einer Vorlaufphase konnten sich die Versuchspersonen zusätzlich mit dem Fragebogen vertraut machen. Lediglich im Mai 2008 musste aufgrund technischer Probleme auf die Vorlaufphase verzichtet werden. Die Umstellung einer Klimabedingung auf die andere dauerte bis zu 25 Minuten. Eine der Übergangsphasen wurde genutzt, um stabile personenbezogene Merkmale zu erfassen (Fragebogen siehe Abschnitt 2.3). Erfragt wurden einmalig demographische und Persönlichkeitsmerkmale sowie der aktuelle Gesundheitszustand.

Während der verschiedenen Untersuchungsphasen wurde ein Film gezeigt, welcher für das Ausfüllen der Fragebögen unterbrochen wurde. Lediglich in der Untersuchung im September 2009 konnte kein Entertainment eingesetzt werden, aus diesem Grunde wurden die experimentellen Bedingungen nur je einmal vorgegeben. Im Mai 2009 sowie im September 2009 wurden jeweils in den ersten beiden Untersuchungsphasen von allen Probanden Aufnahmen mit einer Thermokamera gemacht, welche als weitere Quelle objektiver Daten zur Verfügung stehen. Für die weiteren Auswertungen wurde für jede Versuchsperson die durchschnittliche Gesichtstemperatur auf Grundlage der Thermo-aufnahmen ermittelt.

Um eine einheitliche Bekleidungsstärke sicherzustellen, erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vorab Bekleidungshinweise. Es sollte Kleidung für mittelmäßig warmes Wetter getragen werden: knöchelfreie, geschlossene Schuhe (keine Sandalen, Stiefel o.ä.), ein langärmliges Oberteil (Sweatshirt oder mittelmäßig dicker Pullover), keine Halstücher oder Rollkragen, lange Hosen (keine Röcke). Die Einhaltung dieser Vorgaben wurde beim Empfang der Versuchspersonen überprüft.

Insgesamt waren die Versuchspersonen in der Zeit von 14 bis 18 Uhr anwesend, davon hielten sie sich etwa 2.5 bis 3 Stunden in der Dornier 728 auf. Am Ende der Untersuchung wurde den Versuchspersonen ein Honorar ausgezahlt.



## 2.2 Stichprobe

Die Stichprobe bestand jeweils aus 35 Studentinnen und 35 Studenten zwischen 19 und 30 Jahren, die an der Universität Göttingen rekrutiert wurden. Die genaue Altersstruktur pro Untersuchung ist der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4  
*Altersstruktur in den vier Untersuchungen (jeweils N = 70)*

Dezember 2007	<i>M</i>	23.7
	<i>SD</i>	2.52
	<i>Range</i>	19 - 30
Mai 2008	<i>M</i>	23.8
	<i>SD</i>	2.60
	<i>Range</i>	19 - 29
Mai 2009	<i>M</i>	23.8
	<i>SD</i>	2.61
	<i>Range</i>	19 - 29
September 2009	<i>M</i>	25.1
	<i>SD</i>	2.14
	<i>Range</i>	21 - 30

Insgesamt verfügt nur ein kleiner Teil der Versuchspersonen in den vier Untersuchungen bereits über einen höheren akademischen Abschluss (Master, Diplom, Staatsexamen), die Mehrzahl der Versuchspersonen steht am Anfang des Studiums oder hat bereits den ersten Studienabschnitt erfolgreich absolviert (Bachelor, Vordiplom oder vergleichbare Zwischenprüfung). Die Versuchspersonen decken ein weites Spektrum unterschiedlicher Fachrichtungen ab.

Drei bis neun Personen gaben in den Untersuchungen an, an einer Erkältung zu leiden: Im Dezember 2007 waren fünf Personen erkältet, im Mai 2008 drei Personen, im Mai 2009 neun Personen und im September 2009 sechs Personen. Des Weiteren gaben im Mai 2008 und im September 2009 je 14 Personen an, aktuell an erkältungsähnlichen allergischen Symptomen zu leiden, im Mai 2009 waren es 7 Personen. Im Dezember 2007 wurde nicht nach erkältungsähnlichen allergischen Symptomen gefragt.

In den beiden Untersuchungen im Jahre 2009 wurde zusätzlich die Flugerfahrung mit erhoben (siehe Tabelle 5). Es zeigt sich, dass jeweils etwa die Hälfte der Versuchspersonen schon häufiger als zehnmal geflogen ist. Nur ein kleiner Teil verfügt über keine Flugerfahrung.

Tabelle 5  
*Flugerfahrung der Versuchspersonen im Mai und September 2009*


	Mai 2009		September 2009	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
noch nie	5	7.1	4	5.7
1 bis 5 Mal	14	20.0	10	14.3
5 bis 10 Mal	17	24.3	15	21.4
häufiger als 10 Mal	34	48.6	39	55.7
Fehlende Angabe	-	-	2	2.9

*Anmerkung.* Instruktion des Items: „Bitte geben Sie im Folgenden an, wie häufig Sie bereits geflogen sind (Hin- und Rückreise = 2 Flüge)“.

## 2.3 Eingesetzte Fragebogen

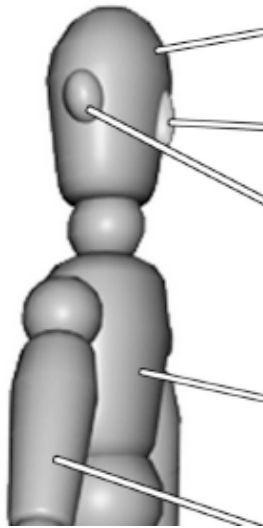
Es wurden zwei Arten von Fragebogen vorgegeben. Ein State-Fragebogen wurde eingesetzt, um den aktuellen Zustand der Probanden zu erheben. Dieser Fragebogen wurde nach jeder Klimaphase verteilt und umfasste folgende Variablen: Klimabewertungen pro Körperteil, Klimabewertungen pro Klimaparameter und für das Klima insgesamt, körperliche Symptome sowie das psychische und physische Wohlbefinden. Ein Trait-Fragebogen wurde nur einmalig vorgegeben und erfasste stabile Merkmale sowie demographische Daten und den aktuellen Gesundheitszustand der Versuchspersonen. Im Folgenden wird zunächst der State-Fragebogen dargestellt.

Im ersten Abschnitt des State-Fragebogens wurden Temperatur- und Luftzugbewertungen für 19 unterschiedliche Körperteile erfragt. Temperatur- und Luftzug-Einschätzung wurden jeweils mittels siebenstufiger Skalen erfasst. Für die Temperatur-Einschätzung reichte die Skala von *sehr kalt* bis *heiß*, für die Luftzug-Einschätzung von *gar nicht* bis *sehr stark*. Sowohl die Temperatur- als auch die Luftzug-Behaglichkeit pro Körperteil wurden mittels fünfstufiger Skalen von *sehr unangenehm* bis *sehr angenehm* erhoben. Ein Beispiel für das Erhebungsformat findet sich in der Abbildung 3. In den Untersuchungen im Dezember 2007 und Mai 2008 wurden Vorläufer dieser Erhebungsform eingesetzt. Ergebnisse werden daher nur für die Untersuchungen Mai und September 2009 vorgelegt.

 Bitte bewerten Sie, wie Sie sich **hier in der Flugzeugkabine** fühlen - hinsichtlich des Luftzugs.

**Ich empfinde den Luftzug an folgendem Körperteil als...**

**Bitte bei jedem Körperteil Zutreffendes ankreuzen: X**



Körperteil	Temperatur (7-stufige Skala)	Luftzug (5-stufige Skala)
<b>Stirn</b>	1 (gar nicht) 2 3 4 5 6 7 (sehr stark)	1 (sehr unangenehm) 2 3 neutral 4 5 (sehr angenehm)
<b>Nase</b>	1 (gar nicht) 2 3 4 5 6 7 (sehr stark)	1 (sehr unangenehm) 2 3 neutral 4 5 (sehr angenehm)
<b>rechtes Ohr</b>	1 (gar nicht) 2 3 4 5 6 7 (sehr stark)	1 (sehr unangenehm) 2 3 neutral 4 5 (sehr angenehm)
<b>Oberkörper</b>	1 (gar nicht) 2 3 4 5 6 7 (sehr stark)	1 (sehr unangenehm) 2 3 neutral 4 5 (sehr angenehm)

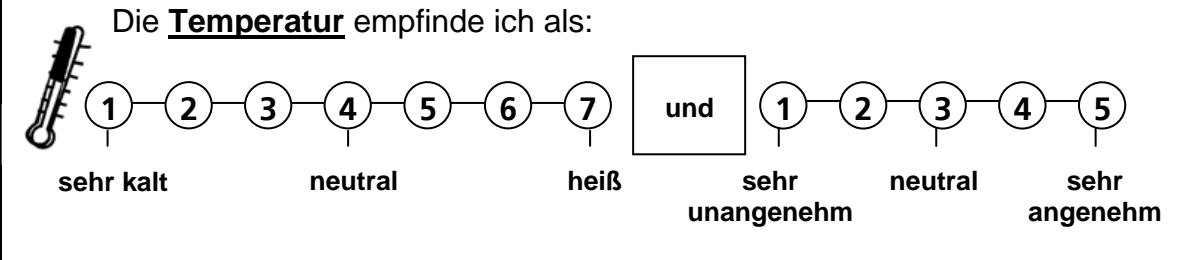
Abbildung 3  
Beispielitems Klimabewertungen pro Körperteil: Luftzug-Einschätzung und Luftzug-Behaglichkeit

In einem weiteren Abschnitt des State-Fragebogens wurden Klimabewertungen für unterschiedliche Klimaparameter erhoben. Dabei wurde jeweils erfragt, wie die einzelnen Klimaparameter in Bezug auf ihre Ausprägung subjektiv eingeschätzt werden (Klima-Einschätzung) und wie behaglich diese erlebt werden (Klima-Behaglichkeit). Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Erhebung für den Klimaparameter Temperatur in den Untersuchungen im Mai und September 2009.

Die Einschätzungen von Temperatur (*kalt* bzw. *sehr kalt* bis *heiß*), Luftzug (*gar nicht* bzw. *sehr schwach* bis *sehr stark*), Luftfeuchtigkeit (*sehr trocken* bis *sehr feucht*) und Luftqualität (*sehr frisch* bis *sehr stickig*) wurden im Dezember 2007 und Mai 2008 mittels fünf- bis siebenstufiger Skalen erfasst, im Mai 2009 und September 2009 einheitlich mittels siebenstufiger Skalen. Die Luftzug-Einschätzung wurde im Dezember 2007 abweichend von den genannten Endpolen auf einer Skala von *sehr schwach* bis *sehr stark* erhoben, wobei nur diejenigen das Item beantworten sollten, die überhaupt Luftzug gespürt haben. Daher besteht für dieses Item im Dezember 2007 eine entsprechend geringere Stichprobengröße. Im Mai 2008 wurde zwar das gleiche Antwortformat gewählt, allerdings wurde die Angabe, dass kein Luftzug gespürt wird, als weiterer Skalenpunkt aufgenommen, sodass auch bei dieser Untersuchung die Skalierung wie in den folgenden Untersuchungen von *gar nicht* bis *sehr stark* reichte.

Nun geht es um Ihren **Gesamteindruck** in Bezug auf die Temperatur, den Luftzug, die Luftfeuchtigkeit und die Luftqualität. Bitte geben Sie an, wie Sie sich **hier in der Flugzeugkabine** fühlen.

Die **Temperatur** empfinde ich als:



Das Diagramm zeigt zwei Skalen. Die linke Skala ist eine Temperaturskala mit 7 Punkten, die von 1 bis 7 nummeriert sind. Über der Skala steht 'Die Temperatur empfinde ich als:'. Links neben der Skala befindet sich ein Icon eines Thermometers. Die Punkte sind wie folgt beschriftet: 1: sehr kalt, 2: , 3: , 4: neutral, 5: , 6: , 7: heiß. Die rechte Skala ist eine Behaglichkeitskala mit 5 Punkten, die von 1 bis 5 nummeriert sind. Über der Skala steht 'und'. Die Punkte sind wie folgt beschriftet: 1: sehr unangenehm, 2: , 3: neutral, 4: , 5: sehr angenehm.

Abbildung 4

Beispielitems Klimabewertungen: Temperatur-Einschätzung und Temperatur-Behaglichkeit

Die Behaglichkeit der Klimaparameter Temperatur, Luftzug, Luftfeuchtigkeit und Luftqualität sowie des Klimas insgesamt wurde mittels einer fünfstufigen Skala von *sehr angenehm* bis *sehr unangenehm* (Dezember 2007 und Mai 2008, umgepolt im Mai 2009 und September 2009) erfragt. Des Weiteren erfasste ein Item die thermische Präferenz. Mit einem dichotomen Item wurde erfragt, ob die Versuchsperson mit dem Klima in der Flugzeugkabine zufrieden oder unzufrieden ist.

Die Tabelle 6 gibt eine Übersicht der erhobenen Klimabewertungen. Auch die ggf. unterschiedliche Erhebungsweise in den vier Untersuchungen ist dieser Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6  
 Übersicht der subjektiven Klimabewertungen sowie deren Skalierungen in den vier Untersuchungen

	Dezember 2007	Mai 2008	Mai / September 2009
<b>Klima-Einschätzung</b>			
Temperatur-Einschätzung	kalt - heiß - siebenstufig -		sehr kalt - heiß - siebenstufig -
Luftzug-Einschätzung	sehr schwach - sehr stark - sechsstufig - (Nur Angabe von Personen, die Luftzug gespürt haben)	gar nicht - sehr stark - siebenstufig -	
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	sehr trocken – sehr feucht - siebenstufig -		
Luftqualität-Einschätzung	sehr frisch, unverbraucht – sehr stickig, verbraucht - vierstufig -		sehr frisch – sehr stickig - siebenstufig -
<b>Klima-Behaglichkeit</b>			
Temperatur-Behaglichkeit	sehr angenehm – sehr unangenehm - fünfstufig - (Luftzug-Behaglichkeit: Nur Angaben von Personen, die Luftzug gespürt haben)		sehr unangenehm – sehr angenehm - fünfstufig -
Luftzug-Behaglichkeit			
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit			
Luftqualität-Behaglichkeit			
Klima insgesamt-Behaglichkeit			
<b>Thermische Präferenz</b>			
	Präferenz: wärmer / kälter / keine Präferenz		
<b>Zufriedenheit mit dem Klima</b>			
	zufrieden / unzufrieden		

Im letzten Abschnitt des Fragebogens wurde das aktuelle Wohlbefinden erhoben. Es wurde zum einen das psychische, zum anderen das physische Wohlbefinden erfasst. Das psychische Wohlbefinden wurde mit drei Skalen aus der Langform des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF, Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1997) sowie mit Items aus dem Berliner-Alltagssprachlichen-Stimmungs-Inventar (BASTI, Schimmack, 1997) erhoben. Das physische Wohlbefinden wurde mittels zweier abgewandelter Skalen aus dem Fragebogen zum aktuellen körperlichen Wohlbefinden (FAW, Frank, 2003) erfasst. Zu beachten ist, dass für den MDBF und das BASTI jeweils die Antwortformate gegenüber den Originalformaten abgewandelt wurden.

Aus dem MDBF wurden die drei Skalen Gute/Schlechte Stimmung, Wachheit/Müdigkeit sowie Ruhe/Unruhe erhoben (je Skala 8 Items). Die Items bestehen aus einfachen Adjektiven und sollten auf einer fünfstufigen Skala von *gar nicht* bis *völlig* beurteilt werden. Die BASTI-Skalen Mürrische Stimmung und Geladene Stimmung wurden aufgrund von Voruntersuchungen zur Skala Verstimmung zusammengefasst, die somit vier Items um-

fasst. Die Skala Teilnahmslosigkeit besteht aus zwei Items. Beide BASTI-Skalen wurden den Probanden gemeinsam mit den MDBF-Items vorgegeben. Das Erhebungsformat für die MDBF- und BASTI-Items wird exemplarisch in Abbildung 5 dargestellt.

<b>Momentane Stimmung</b>						
Bitte beurteilen Sie, wie Sie sich <b><u>im Augenblick</u></b> fühlen. Kreuzen Sie bitte bei <b><u>jedem</u></b> der folgenden Adjektive an, inwieweit es auf Ihre momentane Stimmung zutrifft.						
<b>Im Moment</b> fühle ich mich...		gar nicht	wenig	in mittlerem Maße	überwiegend	völlig
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.	zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.	geladen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 5  
Beispielitems MDBF und BASTI

In den Untersuchungen wurden jeweils 16 Items aus dem FAW erhoben, welche zu den Skalen Leistungsfähigkeit und Behaglichkeit zusammengefasst wurden. Die Auswahl der Items geschah auf der Grundlage von Voruntersuchungen nach inhaltlichen, ökonomischen und teststatistischen Gesichtspunkten. Die Skala Leistungsfähigkeit setzt sich aus neun Items zusammen, die Skala Behaglichkeit aus sieben Items. Auch diese Items wurden jeweils auf fünfstufigen Skalen von *gar nicht* bis *völlig* beantwortet (siehe Abbildung 6). Obwohl es sich nicht um die ursprünglichen Skalen handelt, werden diese im Folgenden der Einfachheit halber dennoch als FAW-Skalen bezeichnet.

<b>Körperliches Wohlbefinden</b>					
Bitte beurteilen Sie, wie Sie sich <b><u>im Augenblick</u></b> fühlen.					
Kreuzen Sie bitte bei <b><u>jeder</u></b> der folgenden Aussagen an, inwieweit diese auf Ihr momentanes körperliches Wohlbefinden zutrifft.					
Im Moment trifft auf mich zu...	gar nicht	wenig	In mittlerem Maße	überwiegend	völlig
	1	2	3	4	5
1. ich bin körperlich belastbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 6  
Beispielitem FAW

Die verwendeten Verfahren (mit teilweise abweichender Skalierung) zu den subjektiven Klimabewertungen hinsichtlich Einschätzung und Behaglichkeit (mit Ausnahme der Bewertung der Luftfeuchtigkeit) sowie die MDBF- und die abgewandelten FAW-Skalen wurden in einer Reihe von Voruntersuchungen auf ihre Güte und Aussagekraft in Bezug auf den Klimakomfort hin überprüft (Marggraf-Micheel & Jaeger, 2007).

Nochmals hervorzuheben ist, dass sich das Erhebungsinstrument im Laufe des Projekts weiterentwickelt hat und sich somit die Skalierungen teilweise geändert haben. Bei der Ergebnisinterpretation sollte dies besonders für die Klimabewertungen beachtet werden.

Im Folgenden wird der Trait-Fragebogen dargestellt, dieser wurde einmalig vorgegeben und es wurden Persönlichkeitsmerkmale, allgemeine Klimapräferenzen, der aktuelle Gesundheitszustand sowie demographische Variablen erfasst.

In Bezug auf den Einfluss von Personenmerkmalen beschränkt sich der vorliegende Forschungsbericht auf die Darstellung der Ergebnisse aus den Untersuchungen im Mai und September 2009, daher wird im Folgenden dargestellt, welche Merkmale in diesen Untersuchungen erhoben wurden.

Aus dem NEO-Fünf-Faktoren-Inventar nach Costa und McCrae (NEO-FFI; Borkenau & Ostendorf, 2008) wurden die beiden Skalen Neurotizismus und Extraversion erhoben. Es handelt sich um ein weit verbreitetes Verfahren, das auf Grundlage unterschiedlicher Studien als reliabel und valide eingestuft werden kann. Für eine detaillierte Darstellung der Validierungsstudien sei auf das Handbuch des NEO-FFI (Borkenau & Ostendorf, 2008) verwiesen. Es wurden geschlechts- und altersspezifische Normen verwendet (Altersnormen für die Gruppen: 16-20 Jahre, 21-24 Jahre sowie 25-29 Jahre).

Des Weiteren wurden allgemeine Klimapräferenzen erfasst. Es wird davon ausgegangen, dass diese ebenfalls stabile Merkmale darstellen und entsprechend den jeweiligen Präferenzen einen Einfluss auf den erlebten Komfort in der Flugzeugkabine ausüben. Zum

einen wurde für die Klimaparameter Temperatur, Zugluft, Luftqualität und Luftfeuchtigkeit erhoben, ob die Versuchspersonen empfindlich auf verschiedene Ausprägungsgrade bzw. auf den Klimaparameter reagieren. Dies geschah in Form von Selbstzuordnungen, wobei jeweils zwei Auswahlmöglichkeiten gegeben waren. Eine Möglichkeit bezeichnete jeweils Empfindlichkeit gegenüber dem Klimaparameter bzw. einer bestimmten Ausprägung, die andere Möglichkeit bezeichnete Unempfindlichkeit bzw. Toleranz. Insgesamt wurden sechs Selbstzuordnungen gefordert: Kälteempfindlichkeit vs. Kälteunempfindlichkeit (*Kälte-Sensitivität*), Hitzeempfindlichkeit vs. Hitzeunempfindlichkeit (*Hitze-Sensitivität*), Zugluftempfindlichkeit vs. Zugluftunempfindlichkeit (*Zugluft-Sensitivität*), Empfindlichkeit vs. Toleranz gegenüber verbrauchter/stickiger Luft (*Luftqualität-Sensitivität*), Empfindlichkeit vs. Toleranz gegenüber trockener Luft (*trockene Luft-Sensitivität*) sowie Empfindlichkeit vs. Toleranz gegenüber feuchter Luft (*feuchte Luft-Sensitivität*). Ein Beispielitem ist der Abbildung 7 zu entnehmen.

Denken Sie daran, bei welchen Temperaturen und bei welcher Belüftung Sie sich **in Ihrem Wohnbereich optimal wohl fühlen** - wo würden Sie sich dann selbst am ehesten einordnen hinsichtlich...

1.) ... Temperatur ?

Kälte (Bitte nur **eine** Alternative ankreuzen!)

- ☐ kälteempfindlich
- ☐ kälteunempfindlich

Abbildung 7  
Beispielitem Kälte-Sensitivität

Ergänzend wurden verschiedene Klimapräferenz-Skalen mittels 43 Items erhoben (Beispiel siehe Abbildung 8). Es wurden insgesamt sieben Skalen zur Erfassung der Klimapräferenzen hinsichtlich *Temperatur* (Wärme/Kälte und Hitze), *Luftzug*, *Luftqualität*, *Luftfeuchtigkeit* (trockene Luft und feuchte Luft) sowie hinsichtlich der *Relevanz des Klimas insgesamt* für das Wohlbefinden erfasst. Zudem wurden im gleichen Format mit insgesamt 11 Items zwei Skalen eingesetzt, die bestimmte Erwartungen und Einstellungen abbilden, wobei Personen ohne Flugerfahrung diesen Teil nicht bearbeitet haben. Eine der Skalen erfasst flugzeugspezifische Erwartungen dahingehend, ob das Flugzeugklima das Wohlbefinden beeinflusst. Die andere Skala erfasst die Anspruchshaltung in Bezug auf die Klimatisierung. Die Tabelle 7 gibt eine Übersicht der erhobenen Skalen mit jeweils einem Beispielitem. Die Auswahl der Items und Bildung der Skalen geschah auf der Grundlage von Voruntersuchungen nach inhaltlichen, ökonomischen und teststatistischen Gesichtspunkten.

## Allgemeine Klimapräferenzen

Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Aussagen zum Umgang mit und zur Wirkung von unterschiedlichen klimatischen Bedingungen.  
Bitte kreuzen Sie jeweils an, wie stark diese Aussagen auf Sie zutreffen.

	gar nicht zutreffend	wenig zutreffend	in mittlerem Maße zutreffend	überwiegend zutreffend	völlig zutreffend
	1	2	3	4	5
1. Ich friere schneller als die meisten anderen Menschen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Im Auto oder in öffentlichen Verkehrsmitteln bevorzuge ich geschlossene Fenster, weil es mir sonst zu sehr zieht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 8

Beispiel Fragebogenformat Klimapräferenz-Skalen

Tabelle 7

Klimapräferenz-Skalen, Erwartungen und Einstellungen: Skalen und Beispielitems

Skala	Beispielitem
Klimapräferenz Wärme/Kälte (hoher Wert: Präferenz für Wärme)	Ich friere schneller als die meisten anderen Menschen.
Hitzeempfindlichkeit vs. Präferenz (hoher Wert: Hitzeempfindlichkeit)	Im Sommer liege ich gern lange in der heißen Sonne.
Luftzugempfindlichkeit vs. Präferenz (hoher Wert: Luftzugempfindlichkeit)	Im Auto oder in öffentlichen Verkehrsmitteln bevorzuge ich geschlossene Fenster, weil es mir sonst zu sehr zieht.
Empfindlichkeit Luftqualität vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit gegenüber schlechter Luftqualität)	Ich brauche ständig frische Luft, um mich wohl zu fühlen.
Empfindlichkeit trockene Luft vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit gegenüber trockener Luft)	Bei trockener Luft spüre ich schnell ein Kratzen im Hals oder in der Nase.
Empfindlichkeit feuchte Luft vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit gegenüber feuchter Luft)	Bei schwüler Luft bekomme ich Kreislaufprobleme oder ich kann nur schwer atmen.
Relevanz/Klima (hoher Wert: hohe Relevanz Klima - Wohlbefinden)	Die raumklimatischen Bedingungen haben einen großen Einfluss auf mein Wohlbefinden.
Flugzeugspezifische Erwartungen (hoher Wert: Erwartung, dass das Flugzeugklima das Wohlbefinden einschränkt)	Auf Reisen stelle ich mich von vornherein auf ein unangenehmes Klima in der Flugzeugkabine ein.
Anspruchshaltung vs. Toleranz (hoher Wert: hoher Anspruch an die Klimatisierung)	Gerade im Flugzeug finde ich es wichtig, dass für eine angemessene Klimatisierung gesorgt wird.



### 3. Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zum Komfortvergleich zwischen den untersuchten Klimaszenarien Climb und Cruise berichtet sowie erste Berechnungen für das Thermo-Komfort-Modell vorgestellt.

#### 3.1 Zwei Klimabedingungen im Komfortvergleich

Für den Komfortvergleich zwischen Cruise und Climb wird auf die subjektiven Klimabewertungen, das Wohlbefinden, das Klimaempfinden pro Körperbereich, den Komfort in der Sitzreihe sowie den Einfluss von Personenmerkmalen auf das Komforterleben eingegangen. Dabei werden die Ergebnisse in jedem Themenbereich zunächst nacheinander für die jeweils ausgewählten Untersuchungen dargestellt, anschließend werden die Ergebnisse dann zusammengefasst.

Für den Komfortvergleich zwischen Cruise und Climb wurden für die Abschnitte 3.1.1 bis 3.1.5 Mittelwertsvergleiche durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden jeweils mehrere Variablen gleichzeitig betrachtet, um insgesamt eine Aussage über generelle Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen treffen zu können. Als statistische Methode wurde hierfür die multivariate Varianzanalyse gewählt. Welche Variablen gleichzeitig in einer Analyse berücksichtigt wurden, wurde nach inhaltlichen Gesichtspunkten entschieden. Im zweiten Schritt wurden dann jeweils die Variablen einzeln betrachtet, um die Unterschiede zwischen den Bedingungen und den genannten Faktoren zu spezifizieren. Für diesen Schritt wurden je nach Themenbereich und Variablenkomplex unterschiedliche Verfahren gewählt (Post-Hoc-Tests, T-Tests oder univariate Varianzanalysen).

##### 3.1.1 Subjektive Klimabewertungen

Im Folgenden werden für die vier Erhebungen die Ergebnisse der subjektiven Klimabewertungen dargestellt. Für jede Untersuchung wurden jeweils Mittelwertsvergleiche für die Einschätzungen der Klimaparameter einerseits und für die Behaglichkeitsbewertungen andererseits durchgeführt (siehe Tabelle 8 bis Tabelle 11). Die Mittelwerte werden in den Abbildungen 9 bis 16 veranschaulicht. Des Weiteren wird im Text die thermische Präferenz pro Klimabedingung erläutert – d.h. die Anzahl der Personen, die angibt, eine wärmere oder kältere Temperatur zu wünschen, bzw. die Temperatur als gut so empfindet. Zusätzlich ist aufgeführt, wie viele Personen jeweils angeben, insgesamt mit dem Klima zufrieden bzw. unzufrieden zu sein.

#### Dezember 2007

Es zeigen sich sowohl in Bezug auf die Einschätzungen der Klimaparameter ( $F(3, 67) = 156.91, p < .01, \eta_p^2 = .88$ ) als auch in Bezug auf die Behaglichkeitsbewertungen ( $F(4, 66) = 22.50, p < .01, \eta_p^2 = .58$ ) Unterschiede zwischen Cruise und Climb.

Die Temperatur wird in Cruise kühler und unangenehmer empfunden als in Climb. In Cruise wird die Temperatur leicht kühl eingeschätzt, in Climb leicht warm. In Cruise empfinden 31% der Probanden die Temperatur gut so, 64 % hätten es gerne wärmer und 6% lieber kälter. Demgegenüber empfinden 54% der Versuchspersonen die Temperatur in Climb gut so, nur 16% hätten es gerne wärmer und 30% hätten es gerne kälter. In Cruise wird der Luftstrom stärker und unangenehmer empfunden als in Climb. Dennoch wird der Luftzug auch in Cruise als eher schwach eingestuft. In Climb wird die Luft trockener erlebt als in Cruise, dies wird zudem auch unangenehmer empfunden. Des Weiteren wird die Luft in Climb stickiger und verbrauchter empfunden, dies geht ebenfalls mit geringerer Behaglichkeit der Luftqualität einher. Die Bewertung der Behaglichkeit des Klimas insgesamt fällt dennoch für Climb besser aus als für Cruise, In Cruise

geben auch mehr Personen als in Climb an, mit dem Klima unzufrieden zu sein (50.7% vs. 31.4%).

Tabelle 8

*Dezember 2007: Übersicht der Klimabewertungen in Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Temperatur-Einschätzung (1 = <i>kalt</i> bis 7 = <i>heiß</i> )	<i>M</i>	2.55	4.90	2.65**
	<i>SD</i>	0.86	0.91	
Luftzug-Einschätzung <sup>a</sup> (1 = <i>sehr schwach</i> bis 6 = <i>sehr stark</i> )	<i>M</i>	2.54	1.78	0.80**
	<i>SD</i>	1.07	0.80	
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = <i>sehr trocken</i> bis 7 = <i>sehr feucht</i> )	<i>M</i>	3.36	2.93	0.50**
	<i>SD</i>	0.89	0.82	
Luftqualität-Einschätzung (1 = <i>sehr frisch/unverbraucht</i> bis 4 = <i>sehr stickig/verbraucht</i> )	<i>M</i>	2.14	2.71	1.12**
	<i>SD</i>	0.51	0.51	
Temperatur-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	3.16	2.61	0.59**
	<i>SD</i>	1.01	0.85	
Luftzug-Behaglichkeit <sup>b</sup> (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	3.43	2.75	0.76**
	<i>SD</i>	0.96	0.83	
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.92	3.33	0.55**
	<i>SD</i>	0.81	0.66	
Luftqualität-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.50	3.26	0.95**
	<i>SD</i>	0.81	0.79	
Klima insgesamt-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	3.04	2.69	0.43*
	<i>SD</i>	0.89	0.72	

*Anmerkungen.* <sup>a</sup>Luftzug-Einschätzung: *n* = 51. <sup>b</sup>Luftzug-Behaglichkeit: *n* = 50. Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: \* *p* < .05, \*\* *p* < .01. Für die Variablen Luftzug-Einschätzung (*T*(50) = 5.44) und Luftzug-Behaglichkeit (*T*(49) = 5.08) wurden T-Tests für abhängige Stichproben berechnet – diese Variablen wurden nicht in die Varianzanalysen aufgenommen, um einen Stichprobenausfall zu vermeiden.

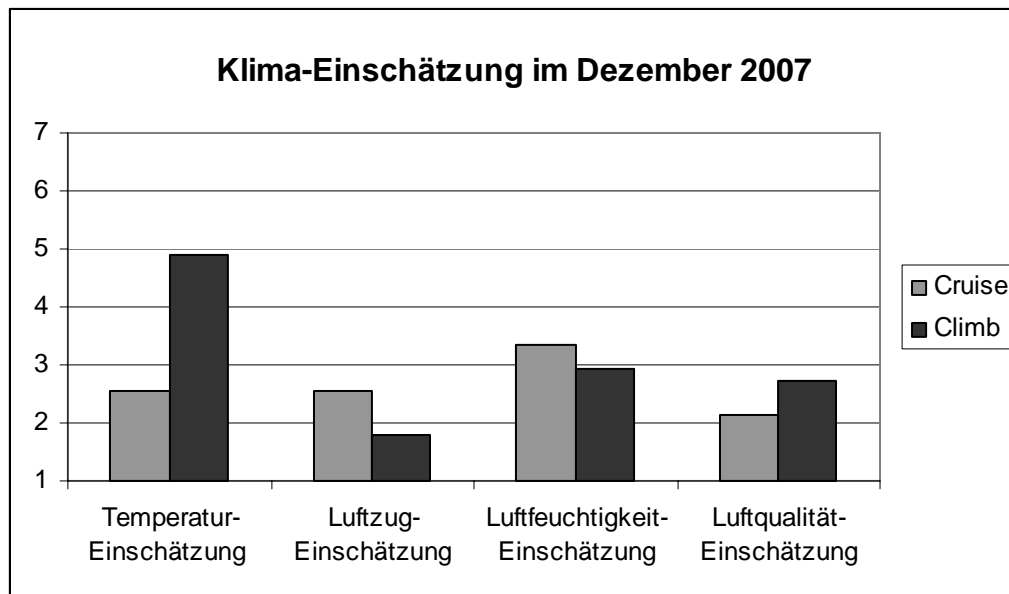


Abbildung 9

Klima-Einschätzung in Cruise und Climb im Dezember 2007 (Skalierung siehe Tabelle 8).

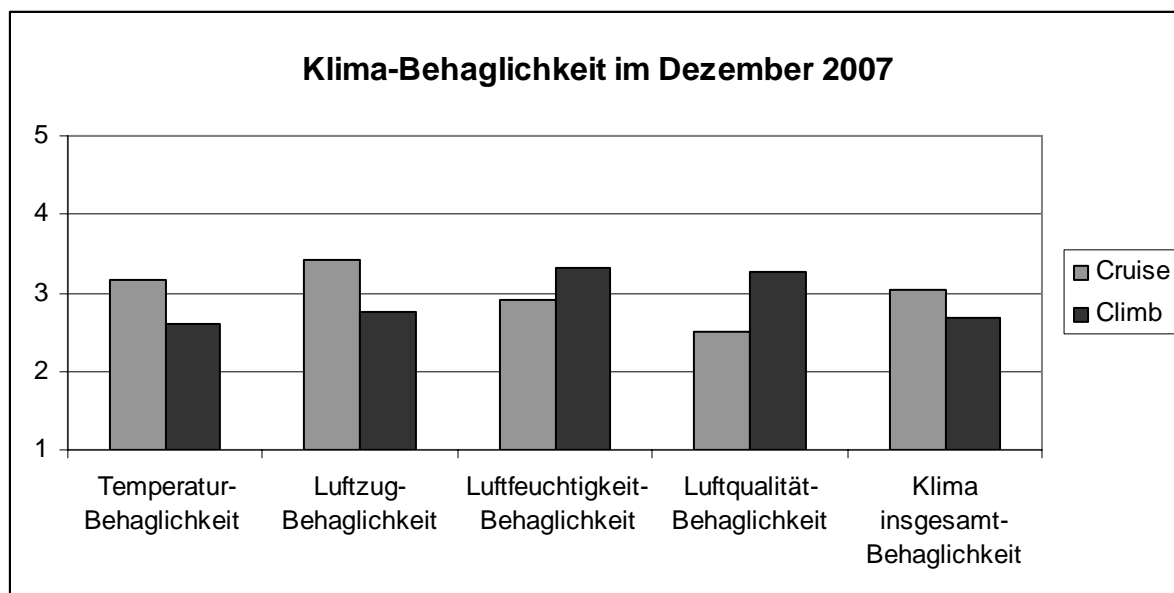


Abbildung 10

Klima-Behaglichkeit in Cruise und Climb im Dezember 2007 (Skalierung siehe Tabelle 8).

### Mai 2008

Auch in der Mai-Untersuchung ergeben sich sowohl Unterschiede zwischen Cruise und Climb in Bezug auf die Einschätzungen ( $F(4, 66) = 49.03, p < .01, \eta_p^2 = .75$ ) als auch in Bezug auf die Behaglichkeit der Klimaparameter ( $F(4, 66) = 6.57, p < .01, \eta_p^2 = .29$ ).

In der Mai-Untersuchung 2008 wird Climb ebenfalls wärmer empfunden als Cruise, allerdings zeigen sich keine Unterschiede zwischen Cruise und Climb in der wahrgenommenen Behaglichkeit der Temperatur. Als Antwort auf die Frage zur Idealtemperatur geben 52.9% in Cruise und 47.2% in Climb an, die Temperatur als gut so zu empfin-

den. In Cruise wird häufiger der Wunsch nach einer wärmeren Temperatur (30.7%) als nach einer kälteren Temperatur (16.4%) angegeben, in Climb hingegen wünschen sich 49.3% eine kältere Temperatur und nur 2.2% wünschen es sich noch wärmer. Der Luftzug wird in Cruise stärker und unangenehmer empfunden. In dieser Untersuchung wurde die Luft in Cruise etwas trockener empfunden, die Luftfeuchtigkeit wird allerdings in beiden Klimabedingungen gleichermaßen angenehm empfunden. Die Luft wird in Climb stickiger und verbrauchter empfunden, dies wird auch unangenehmer erlebt als in Cruise. In Bezug auf das Erleben des Klimas insgesamt zeigen sich allerdings keine Unterschiede in der Behaglichkeitseinschätzung zwischen Cruise und Climb, zudem unterscheidet sich der Prozentsatz derjenigen, die angeben, mit dem Klima unzufrieden zu sein, nicht stark voneinander (24.3% in Cruise vs. 29.3% in Climb).

Tabelle 9

*Mai 2008: Übersicht der Klimabewertungen in Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Temperatur-Einschätzung (1 = <i>kalt</i> bis 7 = <i>heiß</i> )	<i>M</i>	3.27	4.81	1.80**
	<i>SD</i>	0.95	0.75	
Luftzug-Einschätzung <sup>a</sup> (0 = <i>gar nicht</i> bis 6 = <i>sehr stark</i> )	<i>M</i>	2.14	1.01	1.06**
	<i>SD</i>	1.22	0.90	
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = <i>sehr trocken</i> bis 7 = <i>sehr feucht</i> )	<i>M</i>	3.17	3.39	0.24*
	<i>SD</i>	0.94	0.87	
Luftqualität-Einschätzung (1 = <i>sehr frisch/unverbraucht</i> bis 4 = <i>sehr stickig/verbraucht</i> )	<i>M</i>	2.17	2.48	0.59**
	<i>SD</i>	0.52	0.53	
Temperatur-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.54	2.63	0.12
	<i>SD</i>	0.74	0.77	
Luftzug-Behaglichkeit <sup>a</sup> (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.90	2.40	0.56**
	<i>SD</i>	0.92	0.85	
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	3.05	3.11	0.08
	<i>SD</i>	0.83	0.70	
Luftqualität-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.50	3.00	0.63**
	<i>SD</i>	0.77	0.82	
Klima insgesamt-Behaglichkeit (1 = <i>sehr angenehm</i> bis 5 = <i>sehr unangenehm</i> )	<i>M</i>	2.64	2.73	0.13
	<i>SD</i>	0.67	0.68	

*Anmerkungen.* <sup>a</sup>Luftzug-Behaglichkeit: *n* = 49. Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ . Für die Variable Luftzug-Behaglichkeit ( $T(48) = 3.04$ ,  $p < .01$ ) wurde ein T-Test für abhängige Stichproben berechnet, diese Variable wurde nicht in die Varianzanalyse aufgenommen, um einen Stichprobenausfall zu vermeiden.

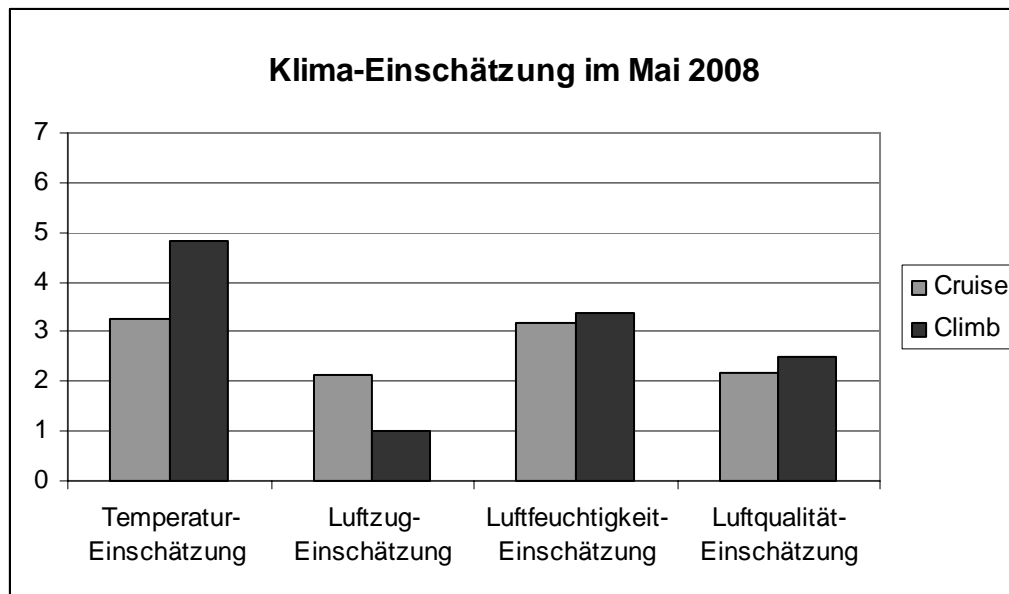


Abbildung 11

Klima-Einschätzung in Cruise und Climb im Mai 2008 (Skalierung siehe Tabelle 9).

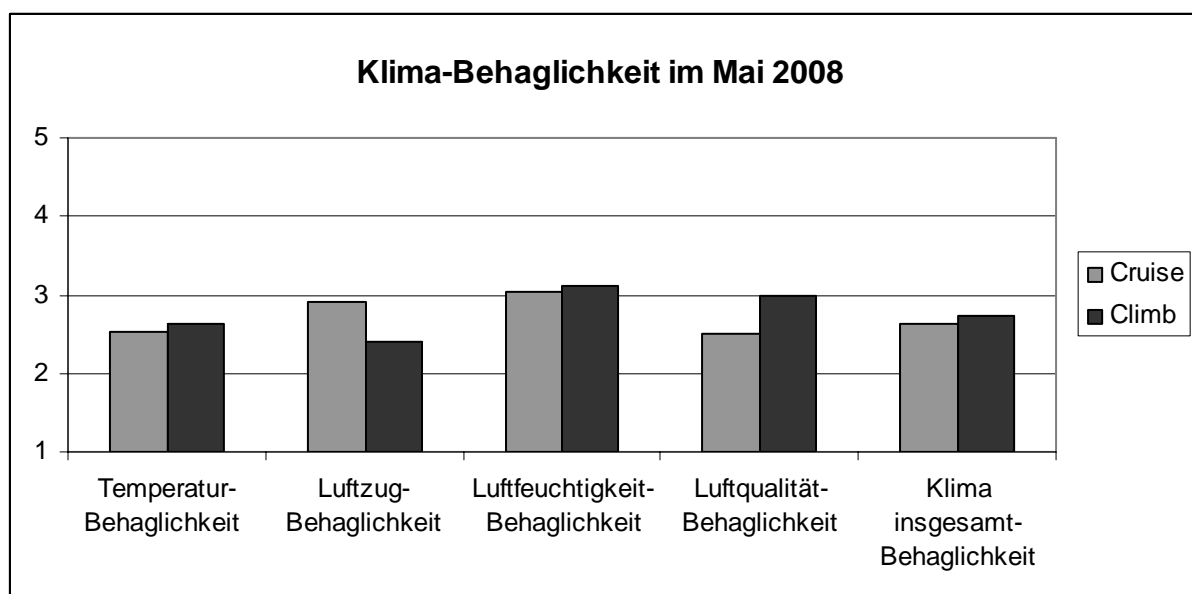


Abbildung 12

Klima-Behaglichkeit in Cruise und Climb im Mai 2008 (Skalierung siehe Tabelle 9).

### Mai 2009

Sowohl in Bezug auf die Variablen der Klima-Einschätzung ( $F(4, 66) = 58.92, p < .01, \eta_p^2 = .78$ ) als auch in Bezug auf die Variablen der Klima-Behaglichkeit ( $F(5, 65) = 7.76, p < .01, \eta_p^2 = .37$ ) gibt es Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen.

In der Mai-Untersuchung 2009 wird die Temperatur in Climb wärmer und der Luftzug schwächer empfunden als in Cruise. Temperatur und Luftzug werden allerdings in beiden Bedingungen gleichermaßen behaglich erlebt. Befragt nach der „Idealtemperatur“ wünschen sich in Cruise mehr Personen die Temperatur wärmer (36.2%) als kälter

(8.7%), in Climb wünschen sich mehr Personen eine kältere Temperatur (50.3%) als eine wärmere Temperatur (8.6%). In Cruise empfinden 55.1% der Personen die Temperatur als gut so, in Climb hingegen nur 41.1% der Personen. Die Luft wird in Climb trockener und auch unangenehmer empfunden als in Cruise. Auch die Luftqualität wird in Climb als schlechter und damit auch unangenehmer empfunden. Insgesamt wird das Klima in Cruise angenehmer empfunden als in Climb. In Cruise geben auch etwas mehr Personen an, mit dem Klima zufrieden zu sein (66.5%) als in Climb (58.2%).

Tabelle 10

*Mai 2009: Übersicht der Klimabewertungen in Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Temperatur-Einschätzung (1 = <i>sehr kalt</i> bis 7 = <i>heiß</i> )	<i>M</i>	3.08	4.64	1.84**
	<i>SD</i>	0.81	0.88	
Luftzug-Einschätzung (1 = <i>gar nicht</i> bis 7 = <i>sehr stark</i> )	<i>M</i>	3.19	2.09	1.16**
	<i>SD</i>	1.12	0.76	
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = <i>sehr trocken</i> bis 7 = <i>sehr feucht</i> )	<i>M</i>	3.67	3.26	0.43**
	<i>SD</i>	0.97	0.92	
Luftqualität-Einschätzung (1 = <i>sehr frisch</i> bis 7 = <i>sehr stickig</i> )	<i>M</i>	3.57	4.66	0.90**
	<i>SD</i>	1.28	1.13	
Temperatur-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>M</i>	3.19	2.96	0.25
	<i>SD</i>	0.98	0.87	
Luftzug-Behaglichkeit <sup>a</sup> (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>M</i>	3.23	3.09	0.17
	<i>SD</i>	0.85	0.78	
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>M</i>	3.21	2.76	0.55**
	<i>SD</i>	0.88	0.78	
Luftqualität-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>M</i>	3.37	2.69	0.81**
	<i>SD</i>	0.90	0.78	
Klima insgesamt-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>M</i>	3.20	2.85	0.42*
	<i>SD</i>	0.86	0.79	

Anmerkung. Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: \*  $p < .05$ ,

\*\*  $p < .01$ .

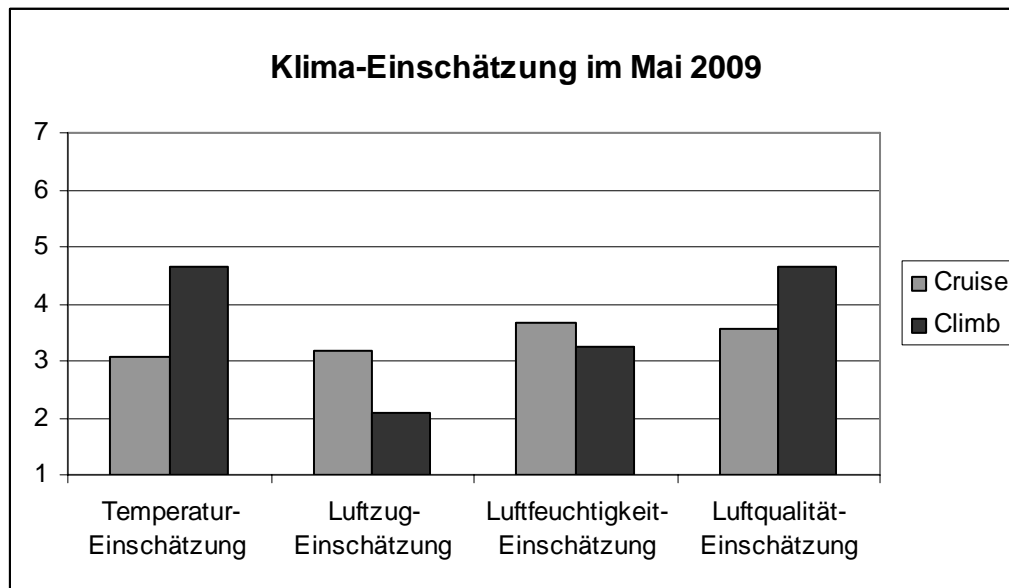


Abbildung 13

*Klima-Einschätzung in Cruise und Climb im Mai 2009 (Skalierung siehe Tabelle 10).*

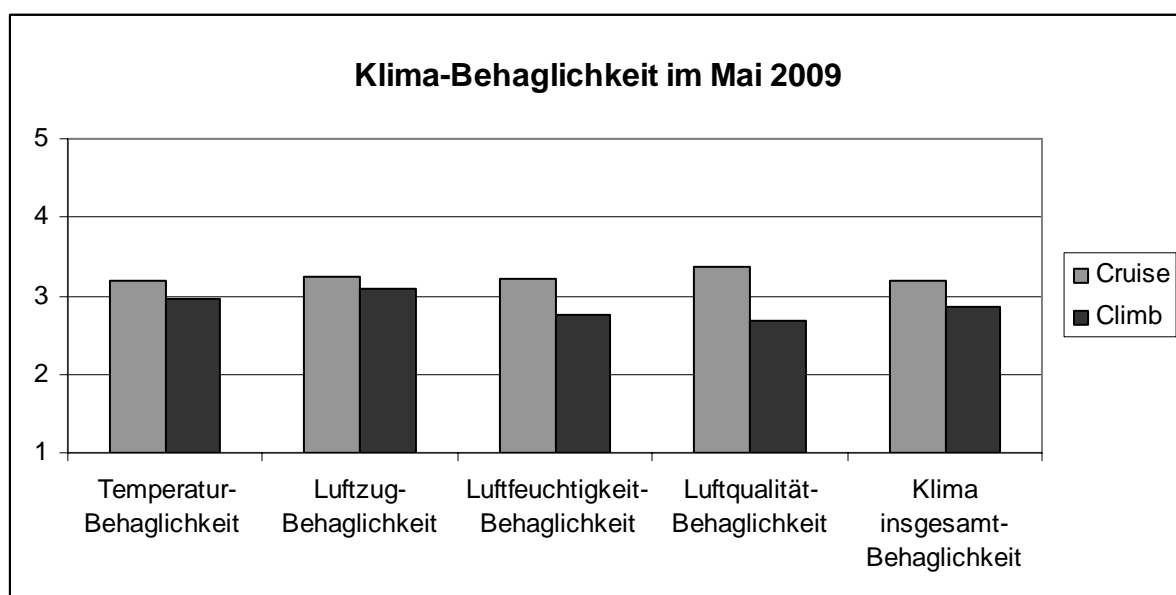


Abbildung 14

*Klima-Behaglichkeit in Cruise und Climb im Mai 2009 (Skalierung siehe Tabelle 10).*

### September 2009

Wie in den vorangegangenen Untersuchungen zeigen sich sowohl in den Variablen der Klima-Einschätzung ( $F(4, 65) = 41.36, p < .01, \eta_p^2 = .72$ ) als auch in den Variablen der Klima-Behaglichkeit ( $F(5, 63) = 7.29, p < .01, \eta_p^2 = .37$ ) Unterschiede zwischen Cruise und Climb.

In Climb wird die Temperatur wärmer und der Luftzug schwächer empfunden als in Cruise. Sowohl Temperatur als auch Luftzug werden in Climb angenehmer empfunden.

In der Bedingung Climb geben mehr Personen an, die Temperatur als gut so zu empfinden (56.5%) als in Cruise (31.4%). In Cruise hätten 54.3% die Temperatur gerne wärmer, 18.6% gerne kälter. In Climb hingegen wünschen sich 37.3% die Temperatur kälter, nur 5.8% wärmer. Die Luftfeuchtigkeit wird insgesamt eher trocken erlebt, in beiden Bedingungen wird diese gleichermaßen wahrgenommen und gleichermaßen eher unbehaglich bewertet. Die Luftqualität wird in Climb stickiger erlebt und auch als unbehaglicher bewertet als in Cruise. In der Gesamteinschätzung wird das Klima in beiden Bedingungen in Bezug auf die Behaglichkeit ähnlich bewertet, wobei die Einschätzung etwa neutral ausfällt, aber in Richtung Unbehaglichkeit tendiert. Insgesamt überwiegt aber sowohl in Cruise (58%) als auch in Climb (60%) die Anzahl derjenigen, die mit dem Klima zufrieden sind.

Tabelle 11

*September 2009: Übersicht der Klimabewertungen in Cruise und Climb*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Klima-Einschätzung <i>N</i> = 69				
Temperatur-Einschätzung	<i>M</i>	3.20	4.93	1.84**
(1 = <i>sehr kalt</i> bis 7 = <i>heiß</i> )	<i>SD</i>	1.04	0.83	
Luftzug-Einschätzung	<i>M</i>	3.41	2.38	0.79**
(1 = <i>gar nicht</i> bis 7 = <i>sehr stark</i> )	<i>SD</i>	1.43	1.16	
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	<i>M</i>	3.14	3.06	0.09
(1 = <i>sehr trocken</i> bis 7 = <i>sehr feucht</i> )	<i>SD</i>	0.86	1.07	
Luftqualität-Einschätzung	<i>M</i>	3.72	4.77	0.88**
(1 = <i>sehr frisch</i> bis 7 = <i>sehr stickig</i> )	<i>SD</i>	1.19	1.18	
Klima-Behaglichkeit <i>N</i> = 68				
Temperatur-Behaglichkeit	<i>M</i>	2.68	3.07	0.40*
(1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>SD</i>	0.87	1.10	
Luftzug-Behaglichkeit <sup>a</sup>	<i>M</i>	2.53	2.99	0.53**
(1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>SD</i>	0.85	0.86	
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	<i>M</i>	2.78	2.62	0.19
(1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>SD</i>	0.84	0.90	
Luftqualität-Behaglichkeit	<i>M</i>	3.26	2.63	0.69**
(1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>SD</i>	0.91	0.93	
Klima insgesamt-Behaglichkeit	<i>M</i>	2.74	2.94	0.23
(1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	<i>SD</i>	0.80	1.01	

Anmerkung. Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: \*  $p < .05$ ,

\*\*  $p < .01$ .



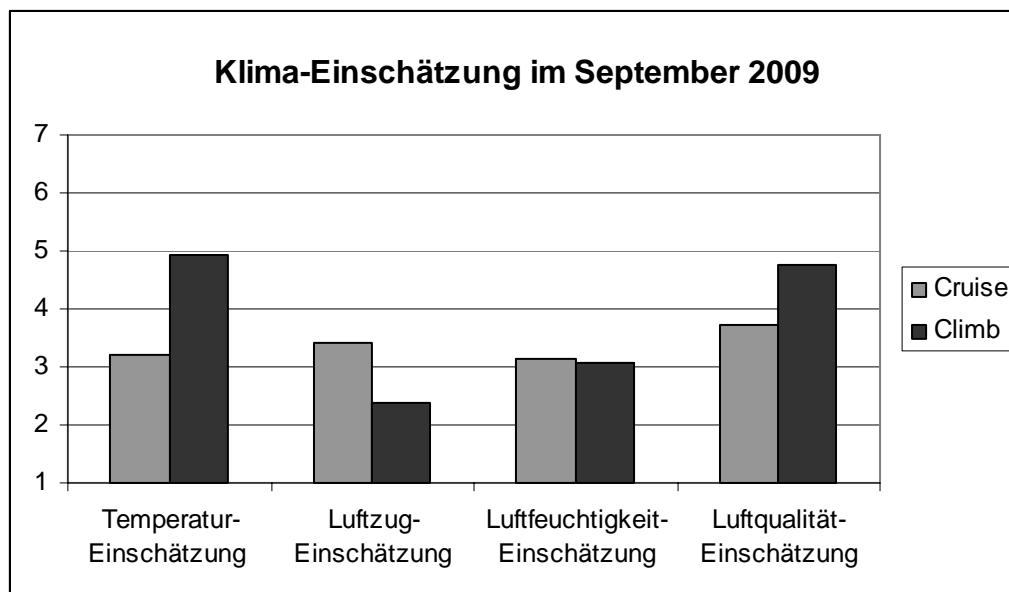


Abbildung 15

*Klima-Behaglichkeit in Cruise und Climb im September 2009 (Skalierung siehe Tabelle 11).*

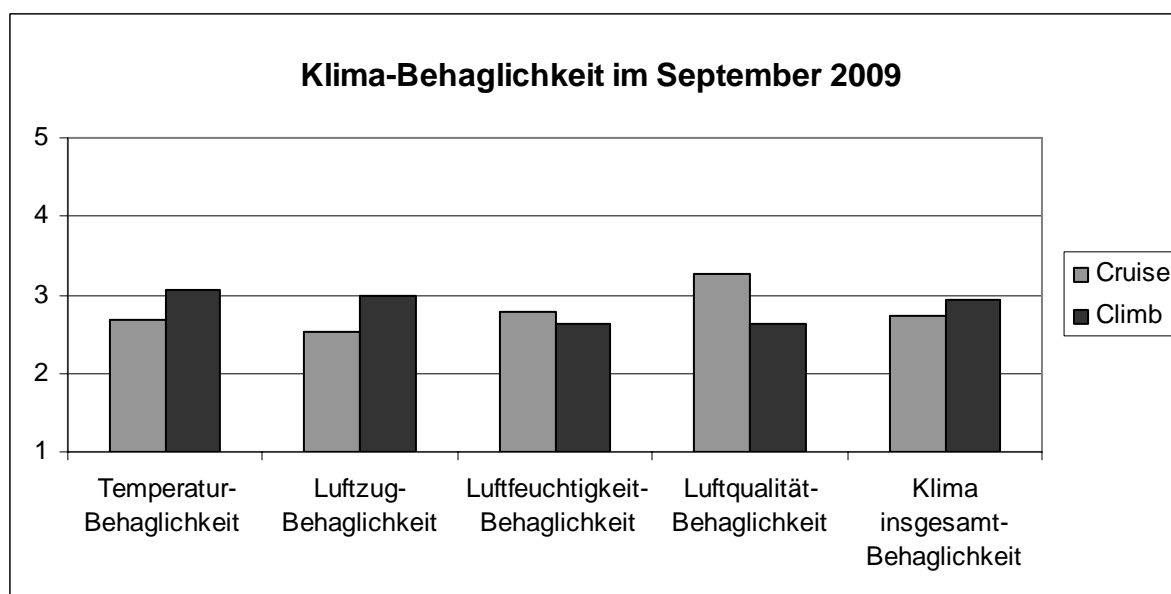


Abbildung 16

*Klima-Behaglichkeit in Cruise und Climb im September 2009 (Skalierung siehe Tabelle 11).*

### Zusammenfassung

In allen vier Untersuchungen wird die Temperatur in Cruise als leicht kühl eingeschätzt, in Climb eher warm. Dieser Unterschied wird in jedem Fall signifikant. Auch die Ergebnisse zu der Frage, ob eine wärmere oder kältere Temperatur gewünscht wird, bzw. ob die Temperatur als gut so empfunden wird, zeigen ein einheitliches Muster: In der kühleren Bedingung Cruise gibt es durchgängig mehr Personen, die eine wärmere Temperatur wünschen, in der wärmeren Bedingung Climb gibt es jeweils mehr Personen, die eine kühlere Temperatur wünschen. Insgesamt unterscheiden sich die Untersuchungen jedoch darin, in welcher Bedingung mehr Personen mit der Temperatur zufrieden sind und keine Änderung wünschen. In zwei Untersuchungen sind mehr Personen mit der Temperatur in Climb einverstanden (*Temperatur ist gut so*) und empfinden sie als behaglicher als in Cruise. In den beiden anderen Untersuchungen zeigen sich hier wenig Unterschiede. In Bezug auf die Temperatur zeigt sich dementsprechend insgesamt, dass die Bedingungen in allen Untersuchungen ähnlich kühl bzw. warm empfunden werden, aber unterschiedliche Ergebnisse zu der erlebten Behaglichkeit der Temperatur vorliegen.

In allen vier Untersuchungen zeigt sich analog zu den objektiv herrschenden Bedingungen, dass in Cruise der Luftzug stärker empfunden wird als in Climb. Dies geht in den meisten Fällen damit einher, dass der Luftzug in Climb behaglicher bewertet wird als in Cruise – lediglich in der Untersuchung im Mai 2009 wird der Luftzug in beiden Bedingungen gleichermaßen behaglich erlebt.

Für die subjektive Bewertung der Luftfeuchtigkeit zeigt sich keine generelle Tendenz. Die Einschätzung und Bewertung hängt daher nicht systematisch mit der objektiv vorliegenden relativen Luftfeuchtigkeit zusammen, die in den Untersuchungen zwischen 23% und 40% lag.

In Bezug auf die Luftqualität zeigt sich in allen vier Untersuchungen einheitlich, dass die Luft in Climb stickiger und verbrauchter empfunden wird und die Luftqualität auch unbehaglicher bewertet wird als in Cruise.

Hinsichtlich der Einschätzung der Behaglichkeit des Klimas insgesamt zeigen sich uneinheitliche Ergebnisse: Im Dezember-Versuch 2007 wird das Klima in Climb als behaglicher bewertet, im Mai 2009 hingegen in Cruise. In den Untersuchungen im Mai 2008 und September 2009 wird das Klima insgesamt in beiden Bedingungen als gleichermaßen behaglich empfunden. Die Ergebnisse spiegeln sich auch in der Anzahl der Personen wider, die angeben, mit dem Klima zufrieden bzw. unzufrieden zu sein (siehe Abbildung 17). Hier scheinen Faktoren außerhalb der simulierten Klimabedingungen wirksam zu werden. Es wird vermutet, dass die Jahreszeit und Außentemperaturen eine Rolle spielen könnten (Marggraf-Micheel, Rütten & Piewald, 2009; Umekiya, 2006). Im Winter wird die wärmere Bedingung als angenehmer empfunden, während in der Sommerzeit weniger Unterschiede zwischen den Bedingungen erlebt werden bzw. die kühlere Bedingung komfortabler erscheint.

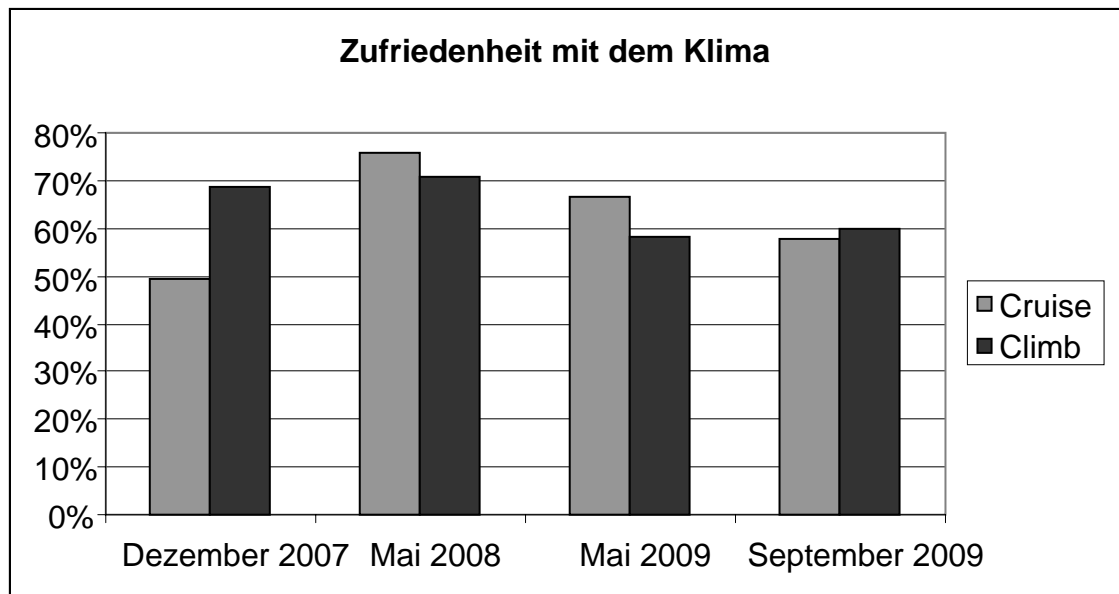


Abbildung 17

Anzahl der Personen, die mit dem Klima in Cruise und Climb zufrieden sind (in %).

### 3.1.2 Wohlbefinden

Im Folgenden werden die beiden Klimabedingungen Cruise und Climb in Bezug auf das psychische und physische Wohlbefinden der Probanden verglichen. Zunächst werden die Ergebnisse pro Untersuchung dargestellt, anschließend werden diese zusammengefasst.

In Tabelle 12 bis Tabelle 15 werden in der Reihenfolge der Untersuchungen die Mittelwerte derjenigen Skalen des psychischen und physischen Wohlbefindens dargestellt, bei denen sich signifikante Unterschiede zwischen Cruise und Climb ergeben.

#### Dezember 2007

In Bezug auf die Skalen zum Wohlbefinden gibt es in der Dezember-Untersuchung Unterschiede zwischen den beiden Klimabedingungen ( $F(7, 63) = 4.22, p < .01, \eta_p^2 = .32$ ). Die Versuchspersonen sind in Cruise etwas wacher und etwas leistungsfähiger ( $p < .10$ ) als in Climb. In Climb fühlen sich die Probanden hingegen behaglicher und etwas teilnahmsloser ( $p < .10$ ) als in Cruise. Keine Unterschiede zwischen den Bedingungen zeigten sich in den Skalen gute/schlechte Stimmung, Ruhe/Unruhe sowie Verstimmung.

Tabelle 12

*Dezember 2007: Unterschiede im Wohlbefinden zwischen Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	d
Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)	M	3.19	3.00	0.29**
	SD	0.70	0.59	
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	M	3.61	3.50	0.22 <sup>+</sup>
	SD	0.49	0.49	
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	M	3.16	3.41	0.44**
	SD	0.62	0.51	
Teilnahmslosigkeit (hoher Wert = Teilnahmslosigkeit)	M	2.03	2.13	0.12 <sup>+</sup>
	SD	0.82	0.88	

*Anmerkung.* Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: <sup>+</sup>  $p < .10$ ,

\*\*  $p < .01$ .

#### Mai 2008

Im Mai 2008 zeigen sich insgesamt keine Unterschiede im Wohlbefinden zwischen Cruise und Climb. Betrachtet man dennoch die Einzelvergleiche, so zeigt sich in Bezug auf das psychische und physische Wohlbefinden lediglich ein Unterschied zwischen Cruise und Climb für die Skala Teilnahmslosigkeit: In Cruise sind die Versuchspersonen etwas teilnahmsloser als in Climb ( $p < .10$ ).

Tabelle 13

*Mai 2008: Unterschiede im Wohlbefinden zwischen Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	d
Teilnahmslosigkeit	M	2.25	2.13	0.15 <sup>+</sup>
	SD	0.87	0.77	

*Anmerkung.* Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: <sup>+</sup>  $p < .10$ .

Mai 2009

In der Untersuchung vom Mai 2009 zeigen sich Unterschiede im Wohlbefinden der Versuchspersonen zwischen Cruise und Climb ( $F(7, 63) = 4.64, p < .01, \eta_p^2 = .34$ ) und zwar für alle Skalen des psychischen und physischen Wohlbefindens. Die Versuchspersonen sind in Cruise besserer Stimmung, wacher und ruhiger als in Climb. In Climb hingegen sind die Versuchspersonen teilnahmsloser und verstimmter. Auch in Bezug auf das physische Wohlbefinden erweist sich Cruise als komfortabler: In dieser Bedingung fühlen sich die Versuchspersonen leistungsfähiger und behaglicher ( $p < .10$ ) als in Climb.

Tabelle 14

*Mai 2009: Unterschiede im Wohlbefinden zwischen Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	<i>M</i>	4.03	3.83	0.34**
	<i>SD</i>	0.56	0.63	
Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)	<i>M</i>	3.35	3.10	0.34**
	<i>SD</i>	0.78	0.68	
Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	<i>M</i>	4.21	4.03	0.31**
	<i>SD</i>	0.56	0.62	
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	<i>M</i>	3.72	3.45	0.43**
	<i>SD</i>	0.60	0.66	
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	<i>M</i>	3.44	3.29	0.21 <sup>+</sup>
	<i>SD</i>	0.70	0.75	
Teilnahmslosigkeit (hoher Wert = Teilnahmslosigkeit)	<i>M</i>	1.83	1.94	0.13*
	<i>SD</i>	0.84	0.81	
Verstimmung (hoher Wert = Verstimmung)	<i>M</i>	1.32	1.46	0.27**
	<i>SD</i>	0.45	0.55	

*Anmerkung.* Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: <sup>+</sup>  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

September 2009

Auch im September 2009 gibt es zwischen den beiden Klimabedingungen Unterschiede in Bezug auf das Wohlbefinden ( $F(7, 63) = 3.93, p < .01, \eta_p^2 = .30$ ). In Bezug auf das psychische und physische Wohlbefinden erscheint die Bedingung „Cruise“ als angenehmer: Die Versuchspersonen sind in Cruise etwas ruhiger, etwas wacher ( $p < .10$ ), fühlen sich etwas leistungsfähiger und behaglicher als in Climb. In den Skalen gute/schlechte Stimmung, Teilnahmslosigkeit und Verstimmung zeigen sich keine Unterschiede zwischen Cruise und Climb.

Tabelle 15

*September 2009 Unterschiede im Wohlbefinden zwischen Cruise und Climb (N = 70)*

		Cruise	Climb	<i>d</i>
Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)	<i>M</i>	3.18	3.00	0.25 <sup>+</sup>
	<i>SD</i>	0.73	0.77	
Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	<i>M</i>	4.01	3.84	0.26 <sup>*</sup>
	<i>SD</i>	0.64	0.67	
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	<i>M</i>	3.56	3.34	0.28 <sup>*</sup>
	<i>SD</i>	0.73	0.78	
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	<i>M</i>	3.53	3.28	0.33 <sup>*</sup>
	<i>SD</i>	0.70	0.81	

*Anmerkung.* Ergebnisse der Post-Hoc-Tests zu den Varianzanalysen: <sup>+</sup>  $p < .10$ , <sup>\*</sup>  $p < .05$ .

### Zusammenfassung

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich die Versuchspersonen in der Bedingung Cruise in den meisten Fällen in einer Reihe von Skalen des psychischen und physischen Wohlbefindens deutlich wohler fühlen als in Climb. Besonders deutlich wird dies in den Untersuchungen im Mai und September 2009. Im Dezember 2007 gibt es eine Skala des physischen Wohlbefindens, bei welcher sich die Bedingung Climb als angenehmer erweist. Auch im Mai 2008 zeigt sich etwas weniger Teilnahmslosigkeit in Climb, ansonsten zeigen sich in dieser Untersuchung keine Unterschiede. Insgesamt erscheint Cruise in Bezug auf das Wohlbefinden jedoch die komfortablere Bedingung zu sein.

### 3.1.3 Klimaempfinden pro Körperbereich

Im Folgenden werden die Ergebnisse zum Klimaempfinden pro Körperbereich für Mai 2009 und September 2009 berichtet. Die Ergebnisdarstellung beschränkt sich auf die genannten Untersuchungen, da in den Untersuchungen im Dezember 2007 und Mai 2008 Vorläufer der Erhebungsform eingesetzt wurden.

Die Einschätzung und die Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug wurden für 19 verschiedene Körperteile in Cruise und Climb erhoben. Es wird überprüft, ob sich Unterschiede in den Bewertungen in Abhängigkeit von der Klimabedingung oder den Körperteilen ergeben, bzw. ob Unterschiede zwischen den Körperteilen von der Klimabedingung abhängig sind (Interaktionen).

Um zu überprüfen, welche Körperteile sich in Bezug auf die Einschätzung und Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug besonders auffällig von den übrigen unterscheiden, wurde der jeweilige Mittelwert eines Körperteils mit dem Gesamtmittelwert aller Körperteile in der jeweiligen Variable verglichen (mittels T-Tests). Dieses Vorgehen dient einer Veranschaulichung der Effekte, die Ergebnisse sind aber aufgrund der Gefahr einer Alpha-Fehler-Kumulierung insgesamt nur eingeschränkt interpretierbar. Eine Übersicht der Mittelwerte inklusive der Ergebnisse der einzelnen Mittelwertsvergleiche ist für den Mai 2009 der Tabelle B-1 und den September 2009 der Tabelle B-2 im Anhang B zu entnehmen.

Die Abbildungen 18 bis 25 veranschaulichen jeweils pro Klimabedingung die Einschätzung und Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug an den einzelnen Körperteilen. Zu beachten ist, dass es sich bei den Abbildungen um Ausschnitte handelt und die Achsen nicht die vollständigen Skalen abbilden. Durch die Darstellungsweise wirken die Unterschiede zwischen den Körperteilen relativ groß, tatsächlich bewegen sich die Klimabewertungen an den Körperteilen aber häufig in einem engen Wertebereich.

#### Mai 2009

In den Klimabewertungen an den Körperteilen zeigen sich sowohl Unterschiede in Abhängigkeit von der Klimabedingung ( $F(4, 66) = 45.36, p < .01, \eta_p^2 = .73$ ) als auch in Abhängigkeit von den Körperteilen ( $F(72, 4874.43) = 3.48, p < .01, \eta_p^2 = .05$ ), wobei diese Unterschiede zumindest teilweise von der Klimabedingung abhängig sind und somit eine Interaktion vorliegt ( $F(72, 4874.43) = 2.06, p < .01, \eta_p^2 = .03$ )<sup>1</sup>.

Die Ergebnisse der Einzelvergleiche der Variablen sind der Tabelle 16 zu entnehmen. Es zeigt sich, dass die Einschätzung von Temperatur (*sehr kalt bis heiß*) und Luftzug (*gar nicht bis sehr stark*) an den einzelnen Körperteilen für die Klimabedingungen Cruise und Climb unterschiedlich ausfallen (siehe Abbildungen 18 bis 21). Die Temperatur wird in Cruise an allen Körperteilen kühler und der Luftzug an allen Körperteilen stärker empfunden als in Climb. Die Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug unterscheidet sich hingegen nicht in Abhängigkeit von der Klimabedingung.

Des Weiteren zeigt sich, dass die einzelnen Körperteile unterschiedlich bewertet werden, in Hinblick auf die Temperatur-Einschätzung, die Luftzug-Einschätzung ( $p < .10$ ) die Temperatur-Behaglichkeit und die Luftzug-Behaglichkeit.

In Bezug auf die Temperatur-Einschätzung und die Temperatur-Behaglichkeit ergeben sich jeweils andersartige Unterschiede zwischen den Bewertungen der Körperteile, je

<sup>1</sup> Da die Statistiken für multivariate Tests wegen ungenügender Residuen-Freiheitsgrade nicht erstellt werden konnten, werden die multivariaten Ergebnisse von Tests berichtet, die auf den gemittelten Variablen basieren. Als Teststatistik wurde Wilks Lambda verwendet.

nach dem, welche Klimabedingung betrachtet wird: Hinsichtlich dieser Variablen liegen Interaktionseffekte zwischen den beiden Faktoren Klimabedingung und Körperteil vor. In Bezug auf die Luftzug-Einschätzung und die Luftzug-Behaglichkeit ist dies nicht der Fall. Die Betrachtung der Abbildungen 18 bis 21 lässt vermuten, dass die Interaktionen zwischen Klimabedingung und Körperteil in Bezug auf die Temperaturbewertungen darauf zurückzuführen sind, dass in Cruise deutlichere Unterschiede zwischen den Körperteilen in Bezug auf die Temperatur-Behaglichkeit bestehen als in Climb. In Climb hingegen bestehen deutlichere Unterschiede zwischen den Körperteilen in Bezug auf die Temperatur-Einschätzung. Dies zeigt sich jeweils in den größeren Wertebereichen, die abgedeckt werden.

Tabelle 16

*Unterschiede in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von der Klimabedingung und den Körperteilen (univariate Varianzanalysen mit Greenhouse-Geisser-Korrektur)*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung	Temperatur-Einschätzung	1	69	186.56	.000	0.73
	Temperatur-Behaglichkeit	1	69	2.01	.160	0.03
	Luftzug-Einschätzung	1	69	68.19	.000	0.50
	Luftzug-Behaglichkeit	1	69	0.16	.691	0.00
Körperteil	Temperatur-Einschätzung	5.25	362.38	5.31	.000	0.07
	Temperatur-Behaglichkeit	6.14	423.68	5.50	.000	0.07
	Luftzug-Einschätzung	5.06	349.23	2.07	.068	0.03
	Luftzug-Behaglichkeit	7.10	490.22	3.99	.000	0.05
Klimabedingung * Körperteil	Temperatur-Einschätzung	9.33	643.46	2.59	.005	0.04
	Temperatur-Behaglichkeit	9.03	623.16	3.12	.001	0.04
	Luftzug-Einschätzung	7.27	501.42	1.34	.227	0.02
	Luftzug-Behaglichkeit	8.68	599.19	1.00	.436	0.01

Es zeigt sich, dass in Cruise und in Climb ( $p < .10$ ) die Temperatur an der Stirn wärmer als im Durchschnitt empfunden wird. In Climb wird der Oberkörper wärmer empfunden als im Durchschnitt, der Nacken sowie beide Knöchel werden in dieser Bedingung als kühler empfunden. Die Temperatur-Behaglichkeit ist in Cruise an Stirn, Nase, Kopf und dem linken Ohr überdurchschnittlich, geringere Temperatur-Behaglichkeit wird am rechten Oberschenkel, am rechten Unterschenkel und am linken Unterschenkel ( $p < .10$ ) sowie an beiden Knöcheln empfunden. In Hinblick auf die Luftzug-Einschätzung weicht in Cruise kein Körperteil vom Mittelwert ab, in Climb wird der Luftzug am Oberkörper und am linken Unterarm schwächer empfunden, an der rechten Hand stärker ( $p < .10$ ). In Cruise wird der Luftzug an der Stirn ( $p < .10$ ) und dem linken Ohr ( $p < .10$ ) angenehmer empfunden und am linken Unterschenkel ( $p < .10$ ) unangenehmer empfunden als durchschnittlich an den übrigen Körperteilen. In Climb wird der Luftzug an beiden Oberschenkeln unangenehmer empfunden als der Durchschnitt.

Bei der Betrachtung der Abbildungen 18 bis 21 fällt auf, dass der Beinbereich (Oberschenkel, Unterschenkel und Knöchel) stets im unteren Behaglichkeitsbereich zu finden ist – sowohl in Bezug auf die Temperatur als auch in Bezug auf den Luftzug. Der Kopfbereich (Kopf oben/hinten, Stirn, Nase, Ohren) ist hingegen im Vergleich zu den übrigen Körperteilen eher im oberen Behaglichkeitsbereich angesiedelt. Des Weiteren werden in den Abbildungen die Zusammenhänge zwischen Einschätzung und Behaglichkeit von



Temperatur und Luftzug an den Körperteilen veranschaulicht. In Cruise wird die Temperatur an einem Körperteil umso angenehmer empfunden, je wärmer die Temperatur an diesem Körperteil empfunden wird ( $r_s = .85, p < .01$ ), in Climb zeigt sich zwar ebenfalls eine positive Korrelation ( $r_s = .27$ ), diese ist aber deutlich geringer und wird nicht signifikant. In Cruise wird der Luftzug an einem Körperteil umso unangenehmer empfunden, je stärker der Luftzug an dem Körperteil empfunden wird ( $r_s = -.47, p < .05$ ). In Climb wird der Luftzug an einem Körperteil hingegen umso angenehmer empfunden, je stärker dieser erlebt wird ( $r_s = .39, p < .10$ ).

Hinweise zur Legende der folgenden Abbildungen:

Körperteile aus dem Kopfbereich werden mit einem Kreis symbolisiert. Arme, Hände und Oberkörper werden mit einem Dreieck markiert. Beine und Knöchel werden mit Quadraten dargestellt. Symbole gleicher Körperteile (rechts/links) sind mit der gleichen Farbe ausgefüllt. Die Symbole für die Körperteile der linken Körperhälfte sind schwarz umrandet, die für die Körperteile der rechten Körperhälfte haben keine Umrandung. Die Symbole der mittigen Körperteile Stirn, Nase, Oberkörper, Kopf (oben/hinten) und Nacken sind nicht farbig ausgefüllt.

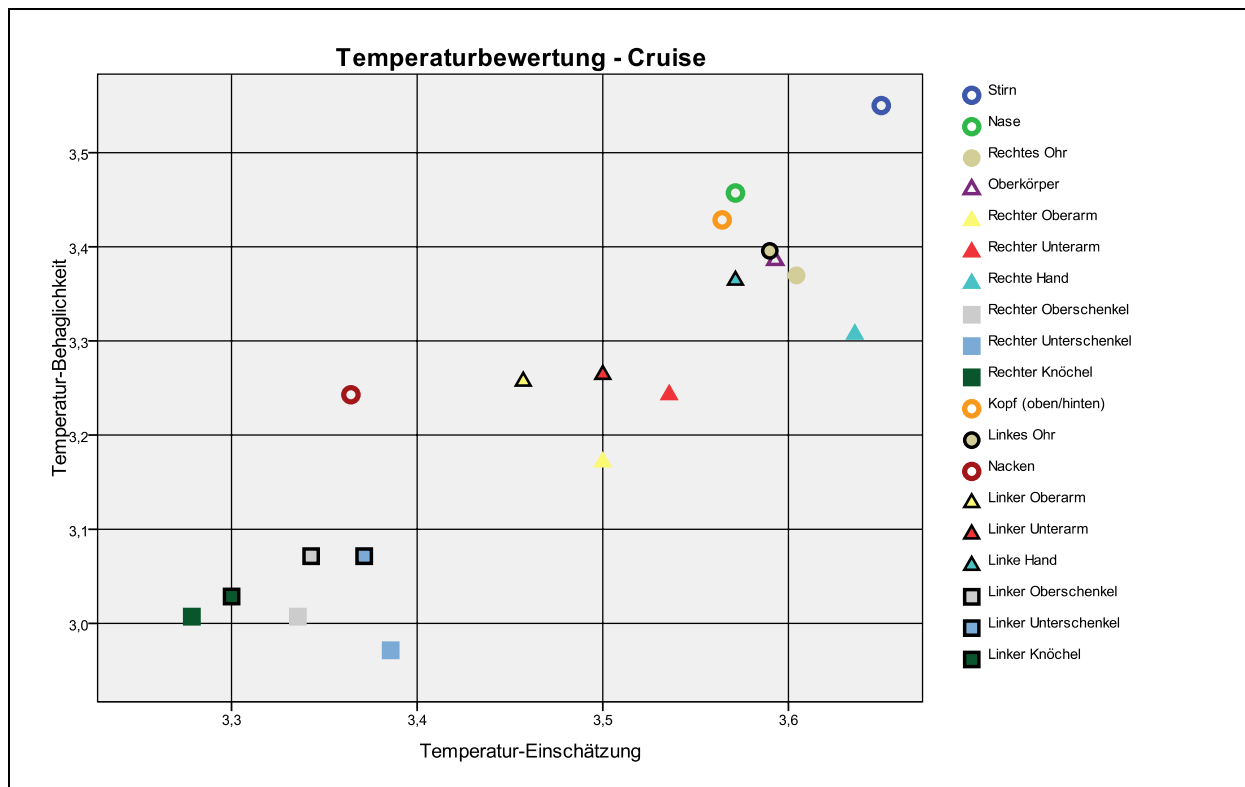


Abbildung 18  
Temperaturbewertung Mai 2009 Klima Cruise<sup>2</sup>

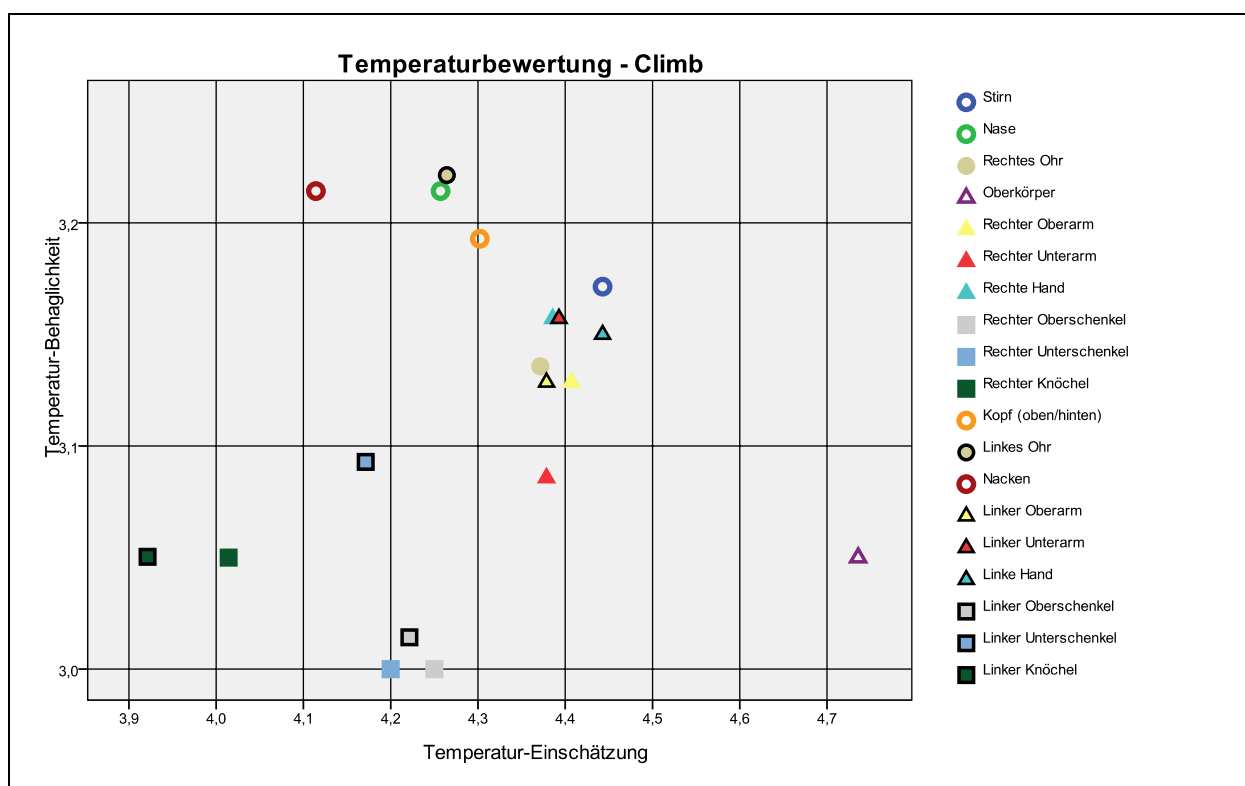


Abbildung 19  
Temperaturbewertung Mai 2009 Klima Climb<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Temperatur-Einschätzung: 1 = sehr kalt bis 7 = heiß; Temperatur-Behaglichkeit: 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm

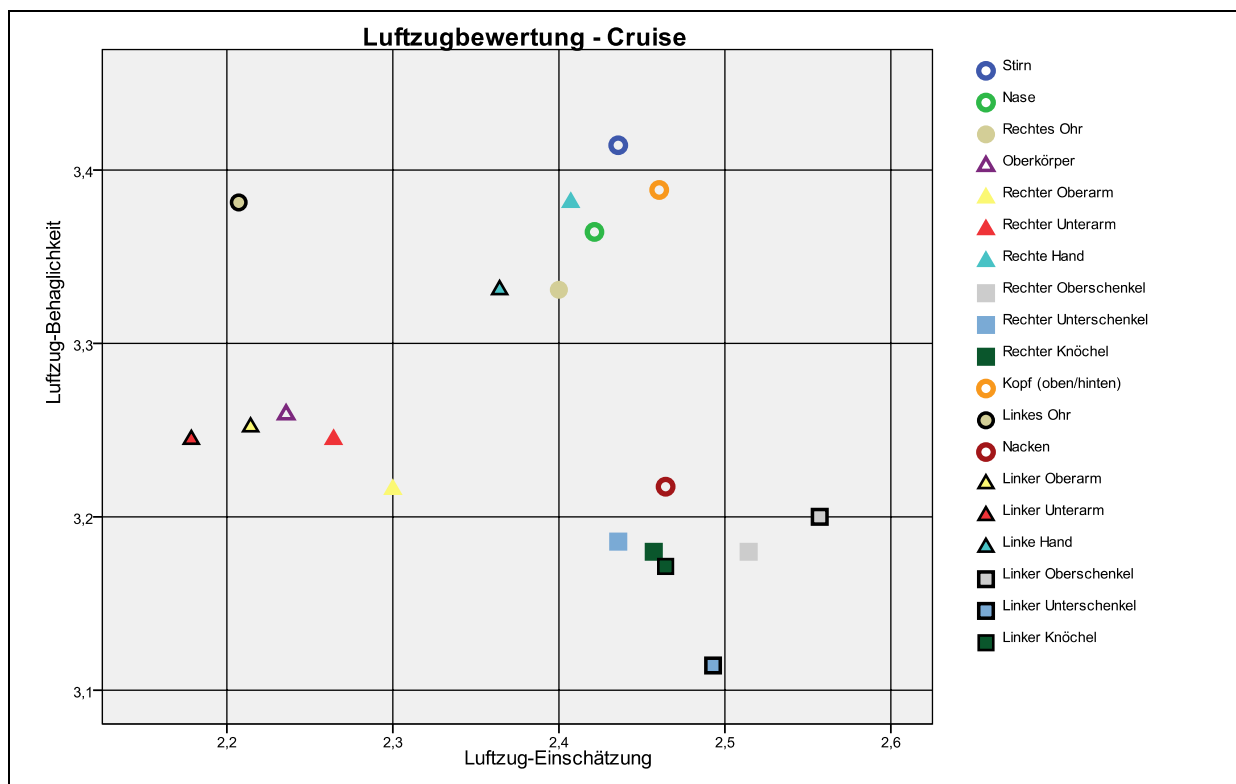


Abbildung 20  
*Luftzugbewertung Mai 2009 Klima Cruise<sup>3</sup>*

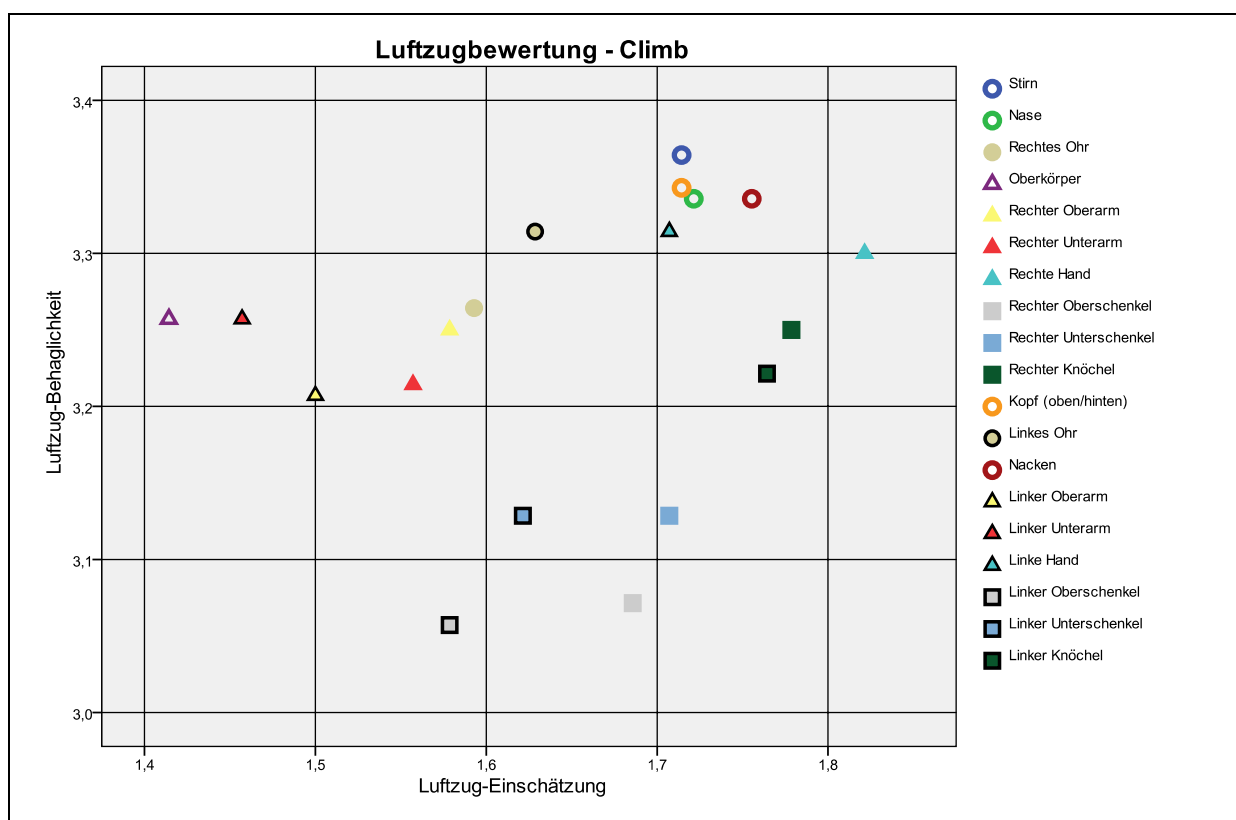


Abbildung 21  
*Luftzugbewertung Mai 2009 Klima Climb<sup>3</sup>*

<sup>3</sup> Luftzug-Einschätzung: 1 = *gar nicht* bis 7 = *sehr stark*; Luftzug-Behaglichkeit: 1 = *sehr unangenehm* bis 5 = *sehr angenehm*

## September 2009

Im September 2009 zeigen sich in Bezug auf die Klimabewertungen an den Körperteilen ebenfalls Unterschiede zwischen Cruise und Climb ( $F(4, 61) = 23.30, p < .01, \eta_p^2 = .60$ ) und Unterschiede zwischen den Körperteilen ( $F(72, 4520.53) = 2.97, p < .01, \eta_p^2 = .04$ ). Die Unterschiede zwischen den Körperteilen sind zumindest teilweise abhängig von der Klimabedingung: Insgesamt zeigt sich eine Interaktion zwischen Klimabedingung und Körperteilen ( $F(72, 4520.53) = 1.68, p < .01, \eta_p^2 = .03$ )<sup>4</sup>.

Bei Betrachtung der Einzelvergleiche (siehe Tabelle 17) zeigen sich wieder lediglich für die Temperatur-Einschätzung und die Luftzug-Einschätzung an den einzelnen Körperteilen Unterschiede zwischen Cruise und Climb, nicht jedoch für die Temperatur-Behaglichkeit und Luftzug-Behaglichkeit. Erwartungskonform wird auch hier die Temperatur in Cruise an allen Körperteilen kühler und der Luftzug stärker empfunden als in Climb.

Unterschiede zwischen den Körperteilen zeigen sich für alle vier abhängigen Variablen: für die Temperatur-Einschätzung, für die Temperatur-Behaglichkeit, für die Luftzug-Einschätzung und für die Luftzug-Behaglichkeit. Dementsprechend werden Luftzug und Temperatur nicht an allen Körperteilen gleichermaßen empfunden.

Die Unterschiede für die Temperatur-Behaglichkeit und die Luftzug-Einschätzung sind abhängig von der Klimabedingung. Dies zeigt sich in den Interaktionen der Faktoren Klimabedingung und Körperteil hinsichtlich der Temperatur-Behaglichkeit ( $p < .10$ ) und der Luftzug-Einschätzung. Diesbezüglich fällt bei Betrachtung der Abbildungen 22 bis 25 auf, dass in Cruise im Vergleich zu Climb sowohl in Bezug auf die Luftzug-Einschätzung als auch in Bezug auf die Temperatur-Behaglichkeit ein größerer Wertebereich abgedeckt wird: Scheinbar bestehen in dieser Bedingung zwischen den Körperteilen größere Unterschiede in diesen Variablen als in Climb.

Tabelle 17

*Unterschiede in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von der Klimabedingung und den Körperteilen (univariate Varianzanalysen mit Greenhouse-Geisser-Korrektur)*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung	Temperatur-Einschätzung	1	64	94.83	.000	0.60
	Temperatur-Behaglichkeit	1	64	1.45	.232	0.02
	Luftzug-Einschätzung	1	64	39.41	.000	0.38
	Luftzug-Behaglichkeit	1	64	0.76	.386	0.01
Körperteile	Temperatur-Einschätzung	5.84	373.99	7.94	.000	0.11
	Temperatur-Behaglichkeit	7.84	501.79	3.46	.001	0.05
	Luftzug-Einschätzung	6.39	408.83	3.62	.001	0.05
	Luftzug-Behaglichkeit	7.65	489.57	2.54	.011	0.04
Klimabedingung*Körperteile	Temperatur-Einschätzung	8.92	570.74	1.57	.120	0.02
	Temperatur-Behaglichkeit	9.28	594.12	1.69	.086	0.03
	Luftzug-Einschätzung	8.57	548.72	2.08	.032	0.03
	Luftzug-Behaglichkeit	10.05	642.98	1.37	.191	0.02

<sup>4</sup> Da die Statistiken für multivariate Tests wegen ungenügender Residuen-Freiheitsgrade nicht erstellt werden konnten, werden die multivariaten Ergebnisse von Tests berichtet, die auf den gemittelten Variablen basieren. Als Teststatistik wurde Wilks Lambda verwendet.

Die Unterschiede zwischen den Körperteilen sind insgesamt in Bezug auf die Temperatur-Einschätzung am größten ( $\eta_p^2 = 0.11$ ), dementsprechend weichen eine Reihe von Körperteilen von der durchschnittlichen Einschätzung ab: In Cruise wird die Temperatur an der Stirn, der Nase ( $p < .10$ ), dem rechten Ohr ( $p < .10$ ), dem rechten Oberarm, dem rechten Unterarm und der rechten Hand wärmer empfunden als der Durchschnitt. Die Temperatur im Nacken, an beiden Unterschenkeln sowie dem rechten ( $p < .10$ ) und linken Knöchel wird kühler empfunden. In Cruise wird die Temperatur an der rechten Hand und dem rechten Unterarm ( $p < .10$ ) angenehmer, die Temperatur am linken Unterschenkel sowie am rechten ( $p < .10$ ) und linken Knöchel hingegen unangenehmer empfunden als im Durchschnitt. Auch in Climb weichen eine Reihe von Temperatur-Einschätzungen vom Mittelwert ab: Die Temperatur an der Stirn, am Oberkörper und am rechten Oberarm, am rechten Unterarm ( $p < .10$ ) sowie an der rechten Hand ( $p < .10$ ) wird wärmer, an der linken Hand ( $p < .10$ ), am rechten Unterschenkel ( $p < .10$ ), am linken Unterschenkel und am linken Knöchel kühler empfunden als im Durchschnitt.

In Bezug auf den Luftzug zeigt sich, dass dieser in Cruise am rechten Ober- und Unterarm schwächer und am linken Knöchel stärker ( $p < .10$ ) empfunden wird als im Durchschnitt. Der schwächer empfundene Luftzug am rechten Unterarm geht mit einer höheren Behaglichkeit des Luftzugs einher ( $p < .10$ ). In Climb wird der Luftzug ebenfalls am rechten Unterarm schwächer empfunden ( $p < .10$ ), in dieser Bedingung weichen aber keine Körperteile in Bezug auf ihre Luftzug-Behaglichkeit vom Mittelwert ab.

Auch in dieser Untersuchung ist der Beinbereich (Oberschenkel, Unterschenkel und Knöchel) im unteren Behaglichkeitsbereich angesiedelt (siehe Abbildungen 22 bis 25). Die Behaglichkeit ist nicht nur im Vergleich zu den übrigen Körperteilen geringer, sondern liegt teilweise auch in einem Bereich, der als tendenziell unangenehm definiert ist (Wert  $< 3$ ) – dies ist insbesondere für die Temperatur-Behaglichkeit in Cruise der Fall. Zusätzlich fällt auf, dass auch der Nacken sowie teilweise der Kopf (oben/hinten) eher im unteren Bereich zu finden sind. Insgesamt zeigt sich in Bezug auf den Luftzug an den Körperteilen, dass stärker empfundener Luftzug mit geringerer Behaglichkeit einhergeht – sowohl in Cruise ( $r_s = -.82$ ,  $p < .01$ ) als auch in Climb ( $r_s = -.49$ ,  $p < .05$ ). In Bezug auf die Temperatur geht empfundene Wärme mit Behaglichkeit einher – auch dieser Zusammenhang zeigt sich deutlicher für die Bedingung Cruise ( $r_s = .81$ ,  $p < .01$ ) als für die Bedingung Climb ( $r_s = .34$ ), in welcher der Zusammenhang nicht signifikant wird.

Hinweise zur Legende der folgenden Abbildungen:

Körperteile aus dem Kopfbereich werden mit einem Kreis symbolisiert. Arme, Hände und Oberkörper werden mit einem Dreieck markiert. Beine und Knöchel werden mit Quadraten dargestellt. Symbole gleicher Körperteile (rechts/links) sind mit der gleichen Farbe ausgefüllt. Die Symbole für die Körperteile der linken Körperhälfte sind schwarz umrandet, die für die Körperteile der rechten Körperhälfte haben keine Umrandung. Die Symbole der mittigen Körperteile Stirn, Nase, Oberkörper, Kopf (oben/hinten) und Nacken sind nicht farbig ausgefüllt.

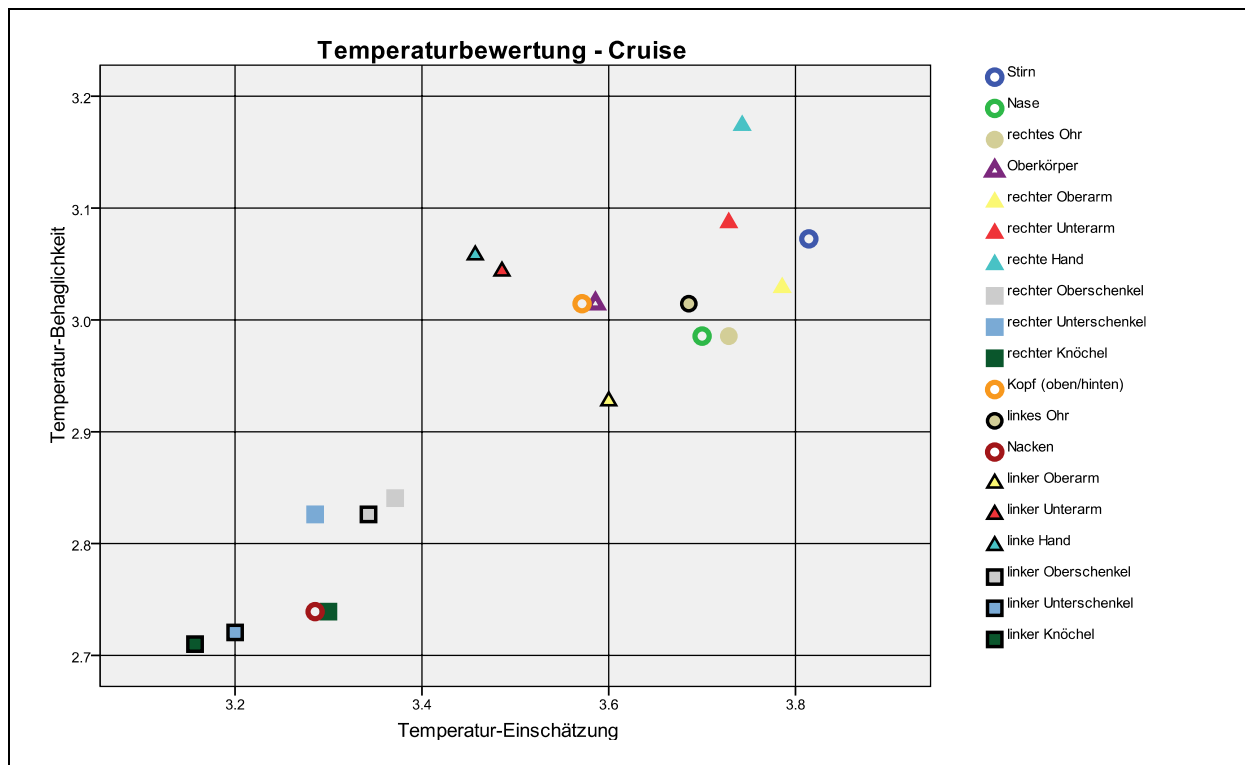


Abbildung 22  
Temperaturbewertung September 2009 Klima Cruise<sup>5</sup>

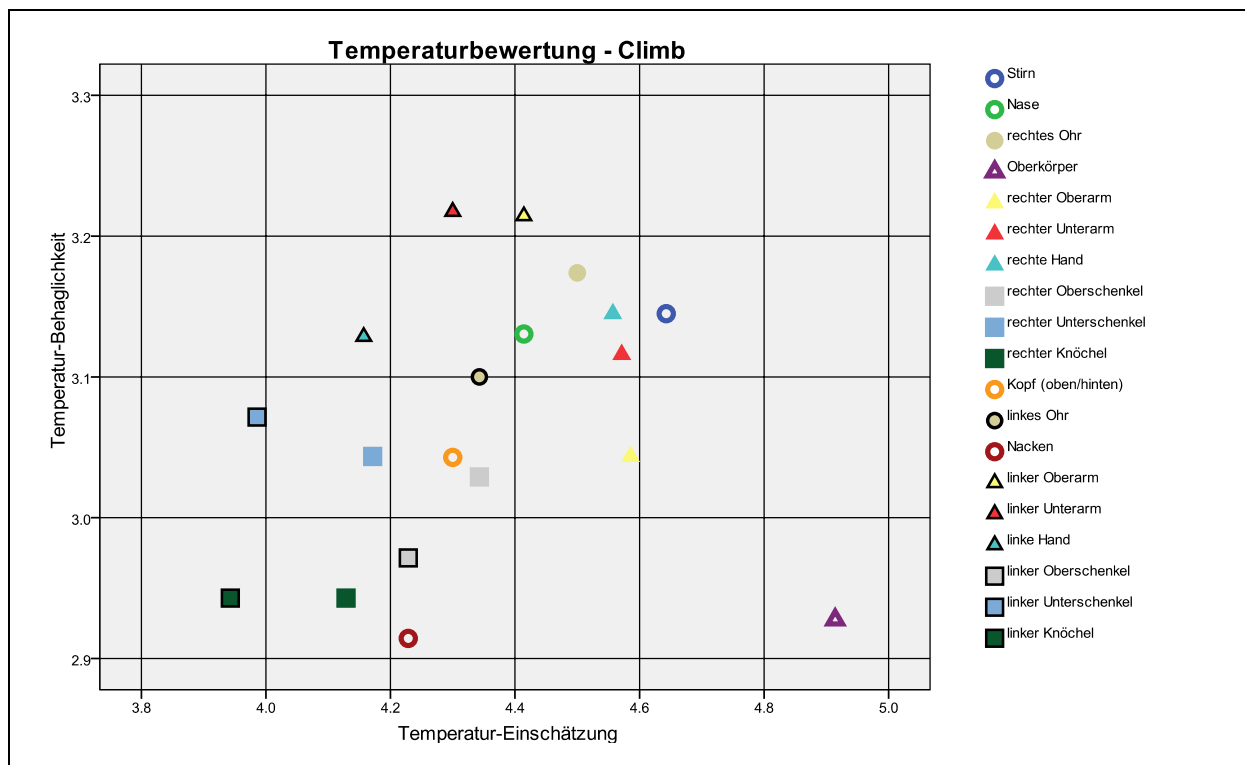


Abbildung 23  
Temperaturbewertung September 2009 Klima Climb<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Temperatur-Einschätzung: 1 = sehr kalt bis 7 = heiß; Temperatur-Behaglichkeit: 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm

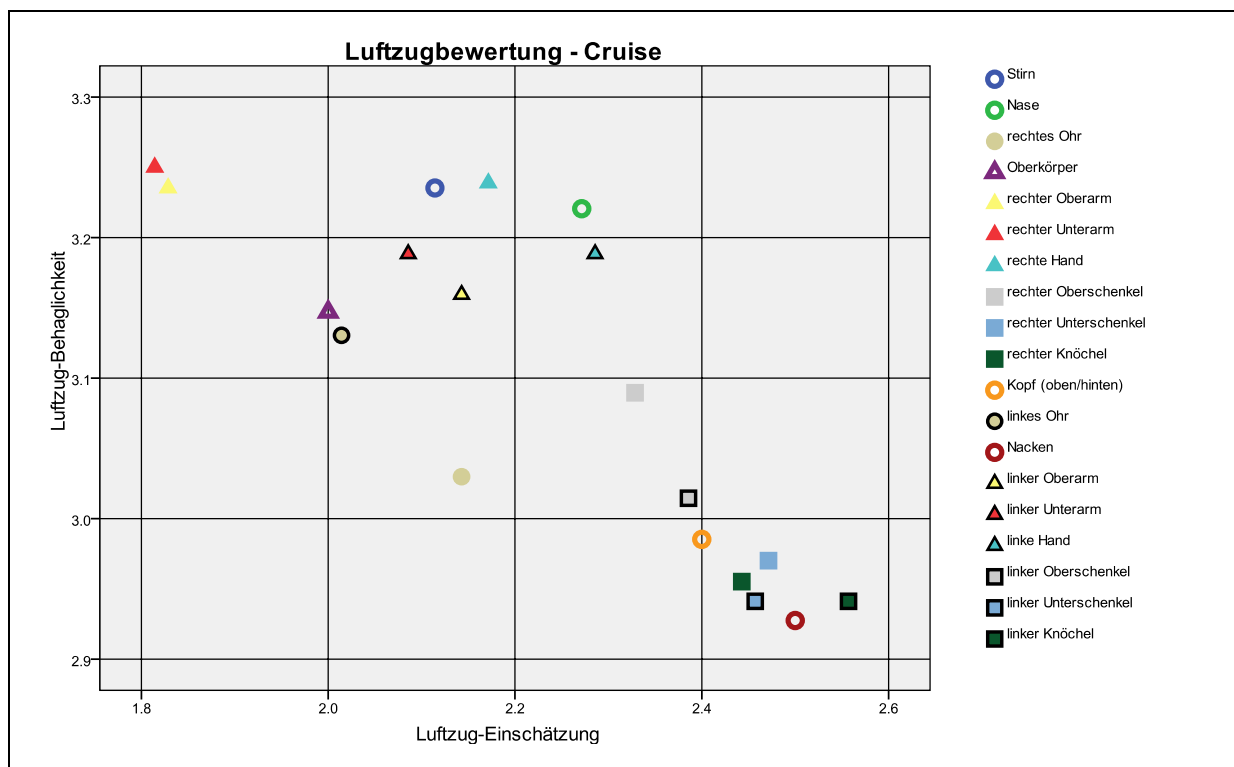


Abbildung 24  
Luftzugbewertung September 2009 Klima Cruise<sup>6</sup>

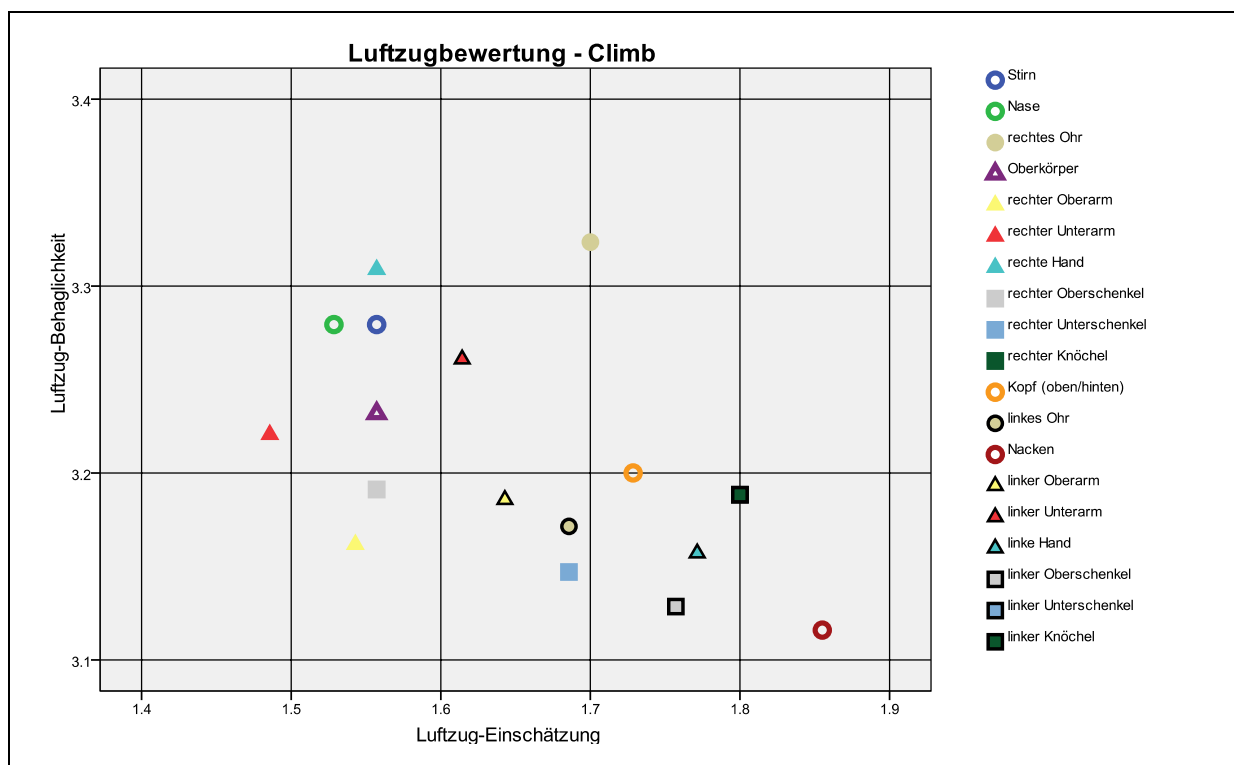


Abbildung 25  
Luftzugbewertung September 2009 Klima Climb<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Luftzug-Einschätzung: 1 = *gar nicht* bis 7 = *sehr stark*; Luftzug-Behaglichkeit: 1 = *sehr unangenehm* bis 5 = *sehr angenehm*

### Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass die Temperatur und der Luftzug in den beiden Klimabedingungen und an den einzelnen Körperteilen unterschiedlich erlebt werden.

Unterschiede zwischen den Klimabedingungen Cruise und Climb zeigen sich in beiden Untersuchungen nur für die Einschätzung von Temperatur und Luftzug, nicht für die Behaglichkeitsbewertungen. Erwartungsgemäß werden an den Körperteilen insgesamt in Cruise eine kühlere Temperatur und ein stärkerer Luftzug wahrgenommen als in Climb. Im Durchschnitt wird jedoch die Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug an den einzelnen Körperteilen in beiden Bedingungen gleichermaßen angenehm erlebt.

Unterschiede zwischen den Körperteilen zeigen sich hingegen nicht nur für die Einschätzung, sondern auch für die Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug. Auffällig ist, dass insbesondere der Beinbereich sowohl in Bezug auf die Temperatur als auch in Bezug auf den Luftzug in der Regel im unteren Behaglichkeitsbereich angesiedelt ist. Die Temperatur im Beinbereich, insbesondere an den Knöcheln, wird zudem auch kühler empfunden. Im September 2009 fällt zusätzlich auf, dass der Nacken und teilweise der Kopf (oben/hinten) im unteren Temperatur- und Luftzug-Behaglichkeitsbereich liegen. Insgesamt scheint die Temperatur im Nacken kühler und der Luftzug stärker empfunden zu werden als an den übrigen Körperteilen, auch am Kopf (oben/hinten) wird der Luftzug stärker empfunden. Hingegen scheint im Mai im Kopfbereich die Temperatur und auch der Luftzug angenehmer empfunden zu werden.

In beiden Versuchen wird die Temperatur an Stirn und Oberkörper teilweise wärmer empfunden – in Cruise geht dies mit einer höheren Behaglichkeit einher, in Climb hingegen liegt die Temperatur-Behaglichkeit des Oberkörpers eher im unteren Bereich.

Es zeigen sich auch Interaktionen der Klimabedingung mit den Körperteilen: Im Mai 2009 in Bezug auf die Temperatur-Einschätzung und die Temperatur-Behaglichkeit, im September 2009 in Bezug auf die Luftzug-Einschätzung und die Temperatur-Behaglichkeit. Sowohl im Mai 2009 als auch im September 2009 zeigen sich in der Bedingung Cruise größere Unterschiede zwischen den Körperteilen in der Temperatur-Behaglichkeit als in der Bedingung Climb. In Climb zeigen sich im Mai-Versuch hingegen größere Unterschiede zwischen den Körperteilen in der Einschätzung der Temperatur. Inhaltlich zeigt sich dies auch im September-Versuch, die Interaktion wird allerdings nicht signifikant. Im September 2009 scheint es in Cruise in der Luftzug-Einschätzung größere Unterschiede zwischen den Körperteilen zu geben als in Climb.

Insgesamt zeigt sich, dass in beiden Untersuchungen die Temperatur an einem Körperteil im Durchschnitt umso angenehmer empfunden wird, je wärmer die Temperatur an diesem Körperteil empfunden wird. Sehr deutlich wurde dieser Zusammenhang in der Klimabedingung Cruise, in geringerem Maße und nicht signifikant zeigt sich ein solcher Zusammenhang aber auch in der Bedingung Climb. In der Bedingung Cruise wird zudem der Luftzug an einem Körperteil umso unangenehmer empfunden, je stärker dieser erlebt wird. Im September 2009 zeigt sich dies auch in der Bedingung Climb, im Mai 2009 hingegen geht in dieser Bedingung stärker empfundener Luftzug mit größerer Behaglichkeit einher.

In der Tabelle 18 sind zentrale Ergebnisse der Analysen zu den Körperteilen zusammengefasst. Die teilweise unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Untersuchungen können mehrere Ursachen haben. Zum einen ist zu beachten, dass die beiden Klimabedingungen Cruise und Climb in den beiden Untersuchungen unterschiedlich realisiert wurden. Im Mai 2009 sind beide Bedingungen etwas wärmer (Cruise: 22.86°C, Climb: 25.21°C) als im September 2009 (Cruise: 21.88°C, Climb: 24.79°C). Dies könnte beispielsweise



erklären, warum stärker empfundener Luftzug an den Körperteilen im Mai 2009 in Climb mit größerer Behaglichkeit des Luftzugs einherging, im September 2009 hingegen mit geringerer Behaglichkeit. Möglicherweise zeigt sich der positive Zusammenhang erst, sobald eine bestimmte Temperaturschwelle überschritten wird. Zusätzlich ist die Luftfeuchtigkeit im Mai 2009 in der Bedingung Cruise, im September 2009 hingegen in Climb geringer gewesen. Zum anderen ist möglicherweise auch ein Reihenfolgeeffekt von Bedeutung: Im Mai 2009 wurde durch Mittelung zweier Phasen der Reihenfolgeeffekt zu einem gewissen Grade kontrolliert (Design: Climb – Cruise – Cruise – Climb), im September 2009 hingegen wurden die Bedingungen nicht wiederholt durchgeführt (Design: Cruise – Climb).

Tabelle 18

*Zusammenfassung des Komforterlebens an den Körperteilen*

**Körperbereiche unterscheiden sich bedeutsam im Komforterleben:**

- Beinbereich = unterer Behaglichkeitsbereich und Temperatur kühl, vor allem an Fußknöcheln
- Kopfbereich = oberer Behaglichkeitsbereich (vor allem Stirn)  
(Ausnahme für Nacken und Kopf oben/hinten: hier kühl, stärkerer Luftzug und für Nacken weniger Behaglichkeit)

**Komforterleben an den einzelnen Körperbereichen pro Klimafall:**

- Cruise:
- je wärmer, desto angenehmer
  - je stärker der Luftzug, desto unangenehmer
  - größere Varianz in den Werten der Temperatur-Behaglichkeit für Körperbereiche
- Climb:
- im Mittelfeld der Temperatureinschätzung ist Behaglichkeit am höchsten
  - größere Varianz in den Werten der Temperatur-Einschätzung für Körperbereiche

### 3.1.4 Komfort in der Sitzreihe

Aufgrund der besonderen architektonischen Gegebenheiten der Flugzeugkabine ist davon auszugehen, dass sich die klimatischen Bedingungen auf den Sitzplätzen unterschiedlich gestalten. Dies sollte sich dementsprechend in den subjektiven Empfindungen der Probanden widerspiegeln.

Zur Überprüfung von Unterschieden in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von Kabinenbereichen wurde die Sitzlängsreihe als Faktor gewählt. Von vorne betrachtet befinden sich auf der linken Seite der Kabine drei Sitzplätze nebeneinander, die entsprechenden Reihen werden im Folgenden als „links außen“, „links Mitte“ und „links Gang“ bezeichnet. Auf der rechten Seite befinden sich zwei Plätze nebeneinander, diese Reihen werden im Folgenden als „rechts Gang“ und „rechts außen“ bezeichnet.

Da die Klimaanlage nach der Untersuchung im Mai 2008 umgebaut wurde, um eine homogenere Klimatisierung der Kabine zu erzielen, werden im Folgenden lediglich die Ergebnisse der Untersuchungen aus dem Jahre 2009 dargestellt.

Die Abbildungen 26 bis 29 veranschaulichen jeweils die Klimaeinschätzung und die Klimabehaglichkeit in Abhängigkeit von der Sitzreihe und der Klimabedingung. Pro Variable werden dabei zwei Linien in der gleichen Farbe dargestellt: Eine durchgezogene Linie für die Bedingung Cruise und eine gestrichelte Linie für die Bedingung Climb. Sofern die Linien nicht parallel verlaufen deutet dies auf eine Interaktion der Klimabedingung mit der Sitzreihe hin.

Eine Übersicht der Mittelwerte der fünf Längsreihen in den Klimabewertungen ist für den Mai 2009 den Tabellen B-3 und B-4 sowie für den September 2009 den Tabellen B-5 und B-6 im Anhang B zu entnehmen.

Mai 2009

In Bezug auf die Einschätzungen der einzelnen Klimaparameter zeigen sich insgesamt betrachtet keine Unterschiede zwischen den Längsreihen und keine Interaktion der Längsreihe mit der Klimabedingung. In Bezug auf die Behaglichkeitsbewertungen zeigen sich aber Unterschiede zwischen den Längsreihen ( $F(20, 203.26) = 1.55, p < .10, \eta_p^2 = .11$ ), diese unterscheiden sich nicht in Abhängigkeit von der Klimabedingung.

Die Einzelvergleiche sind der Tabelle 19 zu entnehmen. Bei Betrachtung der Einzelvergleiche der Einschätzungen zeigt sich ein Unterschied zwischen den Längsreihen in Bezug auf die Luftzug-Einschätzung: Wie in der Abbildung 26 ersichtlich wird, verspüren die Probanden in den Außenreihen geringeren Luftzug als auf den Plätzen der Mittelreihe oder der Gangreihen. Aufgrund der übergeordneten Analysen ist zwar insgesamt davon auszugehen, dass in den Sitzreihen bedeutsame Unterschiede in der erlebten Behaglichkeit der Klimaparameter bestehen (siehe Abbildung 27), die statistischen Einzelvergleiche zeigen dies aber nicht.

Tabelle 19

*Mai 2009: Unterschiede in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von der Sitzreihe (univariate Varianzanalysen)*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Reihe	Temperatur-Einschätzung	4	65	1.30	.279	0.07
	Luftzug-Einschätzung	4	65	4.26	.004	0.21
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	4	65	0.77	.547	0.05
	Luftqualität-Einschätzung	4	65	0.60	.663	0.04
Klima * Reihe	Temperatur-Einschätzung	4	65	0.41	.798	0.02
	Luftzug-Einschätzung	4	65	1.61	.183	0.09
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	4	65	1.29	.284	0.07
	Luftqualität-Einschätzung	4	65	1.21	.316	0.07
Reihe	Temperatur-Behaglichkeit	4	65	0.84	.503	0.05
	Luftzug-Behaglichkeit	4	65	0.81	.526	0.05
	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	4	65	1.45	.229	0.08
	Luftqualität-Behaglichkeit	4	65	0.46	.767	0.03
	Klima insgesamt-Behaglichkeit	4	65	0.54	.704	0.03
Klima * Reihe	Temperatur-Behaglichkeit	4	65	0.22	.924	0.01
	Luftzug-Behaglichkeit	4	65	0.84	.506	0.05
	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	4	65	1.74	.152	0.10
	Luftqualität-Behaglichkeit	4	65	1.91	.119	0.11
	Klima insgesamt-Behaglichkeit	4	65	0.80	.528	0.05

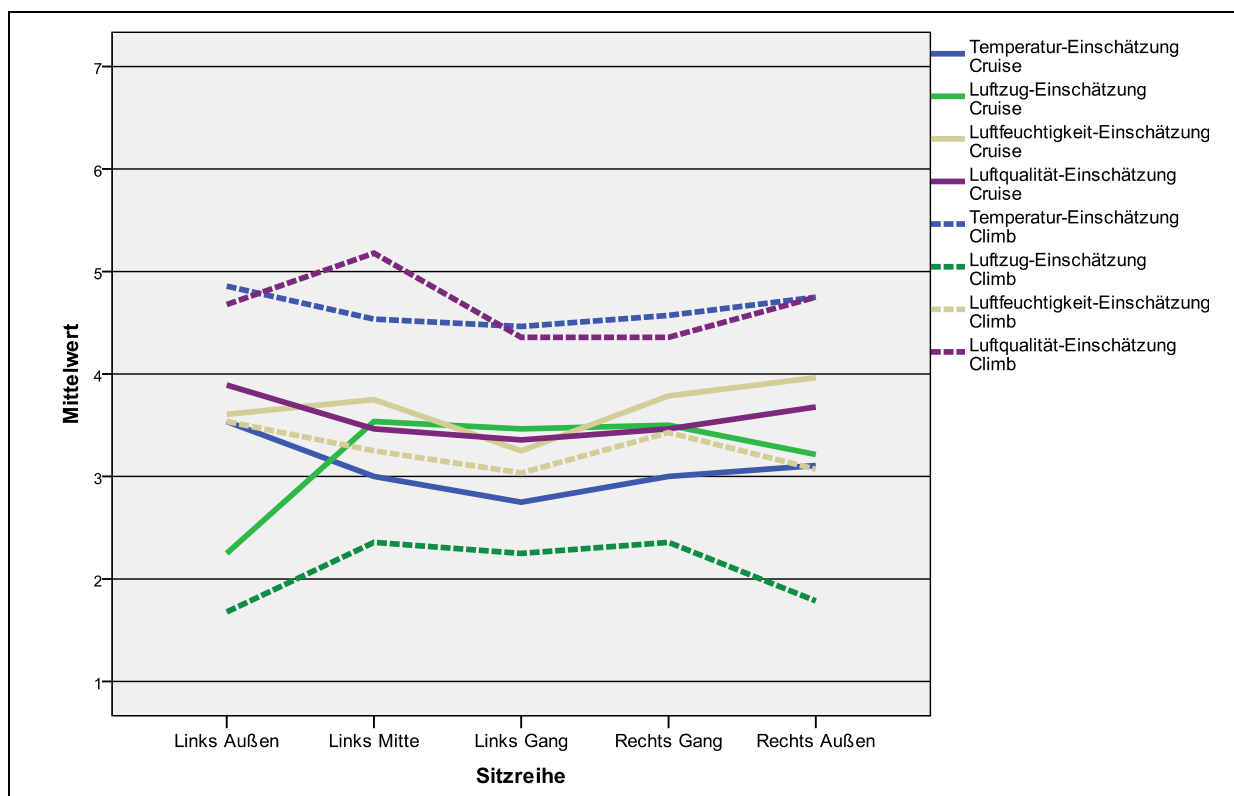


Abbildung 26

Mai 2009: Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Reihe und der Klimabedingung<sup>7</sup>

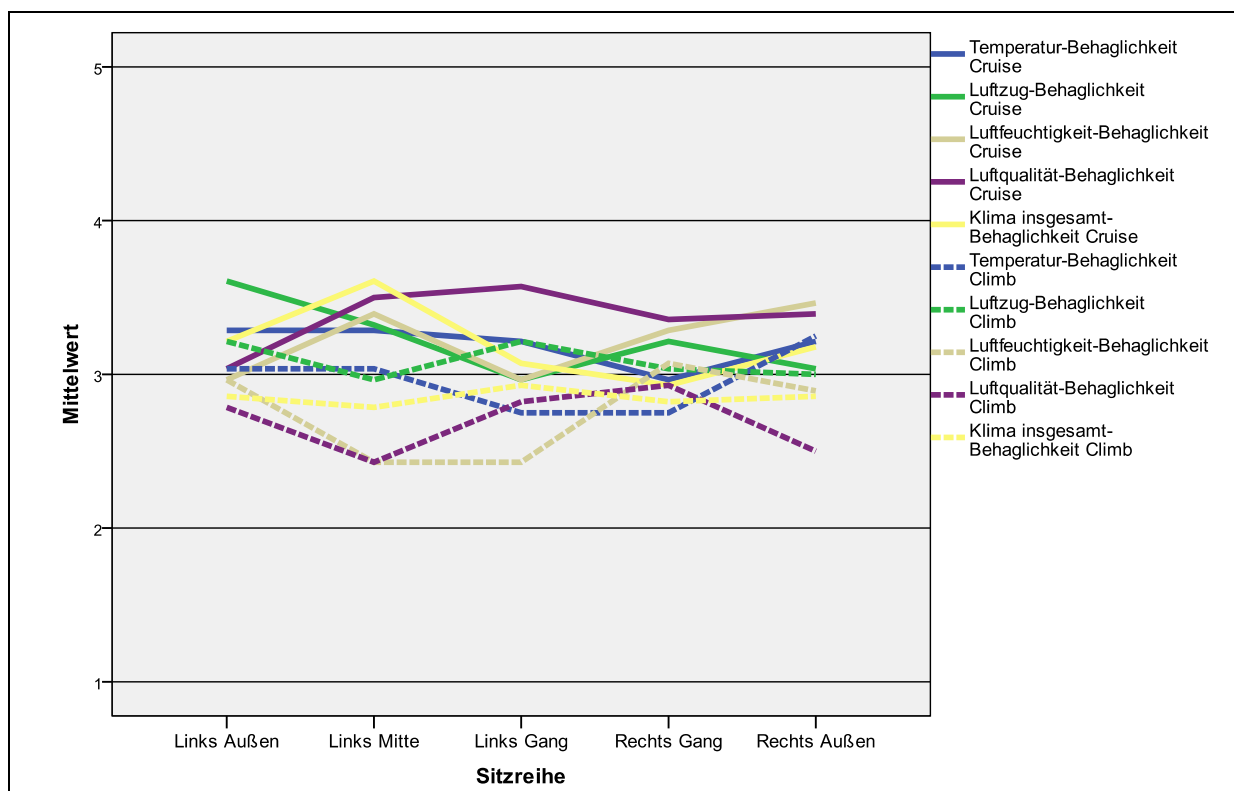


Abbildung 27

Mai 2009: Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Reihe und der Klimabedingung<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Skalierungen: Temperatur-Einschätzung: 1 = sehr kalt bis 7 = heiß; Luftzug-Einschätzung: 1 = gar nicht bis 7 = sehr stark; Luftfeuchtigkeit-Einschätzung: 1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht; Luftqualität-Einschätzung: 1 = sehr frisch bis 7 = sehr stickig

<sup>8</sup> Skalierung: 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm

### September 2009

In der September-Untersuchung zeigen sich in Bezug auf die Einschätzungen der Klimaparameter Unterschiede zwischen den Längsreihen ( $F(16, 187) = 2.23, p < .01, \eta_p^2 = .13$ ), diese sind unabhängig von der Klimabedingung. In Bezug auf die Behaglichkeitsbewertungen zeigen sich insgesamt ebenfalls Unterschiede zwischen den Längsreihen ( $F(20, 196.63) = 2.19, p < .10, \eta_p^2 = .15$ ), diese unterscheiden sich ebenfalls nicht in Abhängigkeit von der Klimabedingung.

Der Tabelle 20 sind die Einzelvergleiche der Variablen zu entnehmen. Hinsichtlich der Variablen zur Einschätzung der Klimaparameter zeigen sich Unterschiede zwischen den Reihen bezüglich der Luftzug-Einschätzung, der Luftfeuchtigkeit-Einschätzung sowie der Luftqualität-Einschätzung (siehe Abbildung 28). In der Reihe „links Gang“ wird der Luftzug am stärksten empfunden, in den Außenreihen am geringsten. Die Luft wird in der Reihe „links außen“ am stickigsten empfunden. Der Reihenunterschied bezüglich der Luftfeuchtigkeit ist nicht klimaübergreifend interpretierbar, da eine Interaktion zwischen Klimabedingung und Reihe besteht ( $p < .10$ ) und die Unterschiede zwischen den Reihen somit von der Klimabedingung abhängig sind. Des Weiteren zeigt sich in den Einzelvergleichen eine Interaktion zwischen Klimabedingung und Reihe hinsichtlich der Temperatur: In Climb wird die Temperatur in den Reihen „links außen“ und „links Mitte“ am wärmsten empfunden, während die Temperatur in der Reihe „rechts außen“ am kühls-ten wahrgenommen wird. In Cruise wird die Temperatur in beiden Außenreihen am wärmsten empfunden.

Tabelle 20

*September 2009: Unterschiede in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von der Sitzreihe (univariate Varianzanalysen)*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Reihe	Temperatur-Einschätzung	4	64	1.94	.115	0.11
	Luftzug-Einschätzung	4	64	3.28	.017	0.17
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	4	64	2.60	.044	0.14
	Luftqualität-Einschätzung	4	64	5.68	.001	0.26
Klima * Reihe	Temperatur-Einschätzung	4	64	2.61	.043	0.14
	Luftzug-Einschätzung	4	64	0.05	.994	0.00
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	4	64	2.10	.091	0.12
	Luftqualität-Einschätzung	4	64	1.51	.209	0.09
Reihe	Temperatur-Behaglichkeit	4	63	1.82	.137	0.10
	Luftzug-Behaglichkeit	4	63	3.30	.016	0.17
	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	4	63	4.12	.005	0.21
	Luftqualität-Behaglichkeit	4	63	4.63	.002	0.23
	Klima insgesamt-Behaglichkeit	4	63	0.79	.537	0.05
Klima * Reihe	Temperatur-Behaglichkeit	4	63	2.55	.048	0.14
	Luftzug-Behaglichkeit	4	63	1.65	.172	0.10
	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	4	63	2.15	.085	0.12
	Luftqualität-Behaglichkeit	4	63	1.09	.371	0.06
	Klima insgesamt-Behaglichkeit	4	63	2.57	.047	0.14

Auch in Bezug auf die Behaglichkeitsbewertungen zeigen sich in dieser Untersuchung eine Reihe von Unterschieden (siehe Abbildung 29): Es gibt signifikante Unterschiede in der Behaglichkeit von Klimaparametern in Abhängigkeit von der Längsreihe. In der Reihe

„rechts außen“ wird der Luftzug insgesamt am angenehmsten empfunden, in den Reihen „rechts Gang“ und „links Mitte“ am unangenehmsten. Die Luftfeuchtigkeit und die Luftqualität werden insgesamt betrachtet in der Reihe „links außen“ am unangenehmsten empfunden. Die Luftqualität wird insbesondere in Climb in der Reihe „rechts außen“ am angenehmsten empfunden, die Luftfeuchtigkeit wird in Climb in der Reihe „rechts außen“ und in Cruise zusätzlich in der Reihe „links Gang“ am angenehmsten empfunden. Interaktionen der Längsreihe mit der Klimabedingung zeigen sich in Bezug auf die Temperatur, das Klima insgesamt und in Bezug auf die Luftfeuchtigkeit ( $p < .10$ ). Die Temperatur wird in Cruise in der Reihe „links außen“ am angenehmsten empfunden, gefolgt von „rechts Gang“ und „rechts außen“. In Climb hingegen wird die Temperatur „rechts außen“ und in den Gangreihen deutlich angenehmer empfunden als in den Reihen „links außen“ und „links Mitte“. In Bezug auf die Behaglichkeit des Klimas insgesamt zeigt sich ein ähnliches Muster: In Cruise wird das Klima in der Reihe „links außen“ am angenehmsten empfunden, in Climb hingegen wird das Klima in dieser Reihe am unangenehmsten empfunden und am angenehmsten in den Reihen „rechts außen“ und „rechts Gang“. Auf eine Interpretation der Interaktion in Bezug auf die Luftfeuchtigkeit wird an dieser Stelle verzichtet, da diese inhaltlich nicht eindeutig erscheint und auch nur auf dem 10%-Niveau signifikant wird.

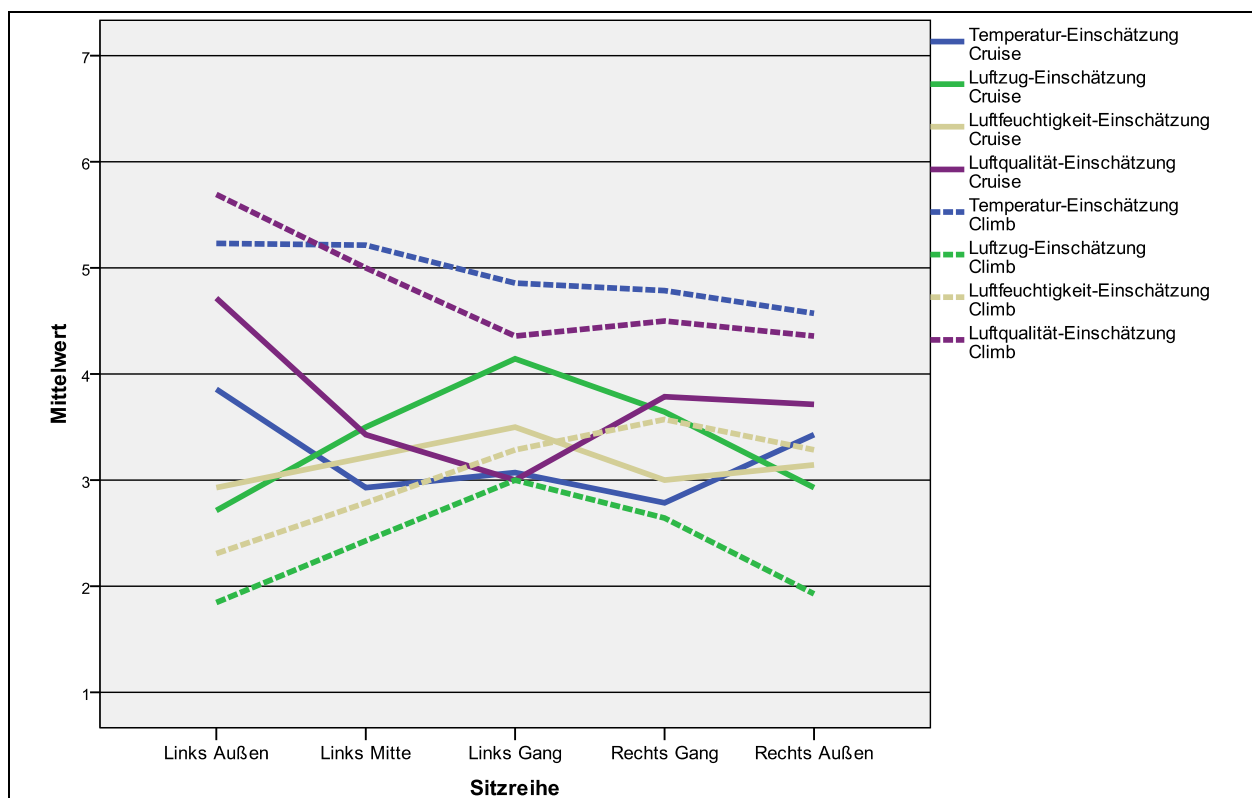


Abbildung 28

Sept. 2009: Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Reihe und der Klimabedingung<sup>9</sup>

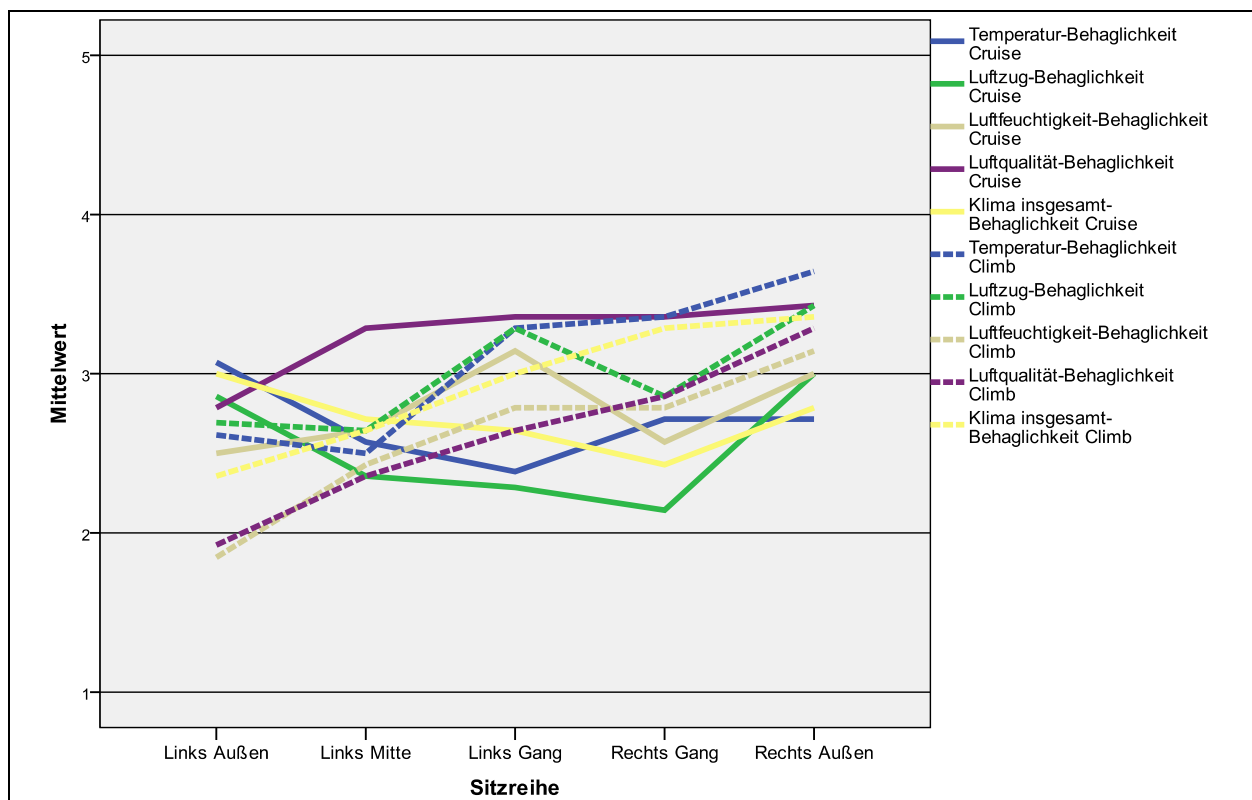


Abbildung 29

Sept. 2009: Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Reihe und der Klimabedingung<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Skalierungen: Temperatur-Einschätzung: 1 = sehr kalt bis 7 = heiß; Luftzug-Einschätzung: 1 = gar nicht bis 7 = sehr stark; Luftfeuchtigkeit-Einschätzung: 1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht; Luftqualität-Einschätzung: 1 = sehr frisch bis 7 = sehr stickig

<sup>10</sup> Skalierung: 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm

### Zusammenfassung

Die Untersuchungen konnten Unterschiede in den Klimabewertungen in Abhängigkeit von der Sitzlängsreihe aufzeigen. Die Unterschiede erweisen sich teilweise als abhängig von der Klimabedingung.

In beiden Untersuchungen zeigt sich, dass in den Außenreihen geringerer Luftzug wahrgenommen wird als in den Gangreihen oder der Mittelreihe. Im September 2009 zeigt sich in Cruise insbesondere in der Reihe „rechts Gang“ besonders wenig Behaglichkeit des Luftzugs. Darüber hinaus zeigen die Einzelvergleiche im Mai 2009 keine weiteren Unterschiede zwischen den Reihen. Die übergeordnete Analyse deutet jedoch auf Unterschiede in den Behaglichkeitsbewertungen hin. Möglicherweise zeigen die Einzelvergleiche aufgrund der geringen Personenzahl pro Reihe keine weiteren signifikanten Unterschiede.

In der September-Untersuchung zeigen sich hingegen eine Reihe weiterer Unterschiede. In der Reihe „links außen“ wird die Temperatur wärmer und die Luftqualität schlechter wahrgenommen, Luftqualität und Luftfeuchtigkeit werden zudem unangenehmer als in den übrigen Reihen erlebt. In der Reihe „rechts außen“ werden die Luftfeuchtigkeit und die Luftqualität deutlich angenehmer empfunden. Unterschiede zwischen den Sitzplätzen in Abhängigkeit von der Klimabedingung zeigen sich ebenfalls für eine Reihe der Variablen. Während in den meisten Reihen die Behaglichkeit in Climb höher ausfällt als in Cruise zeigt sich für die Reihe „links außen“ ein umgekehrter Effekt.

Gegebenenfalls spielt für die Einordnung der Ergebnisse die Sitzreihenanzordnung eine Rolle: Auf der linken Seite sind von vorne betrachtet drei Sitzplätze nebeneinander angeordnet. Es liegt somit nahe, dass sich insbesondere links außen die Wärme staut und die Luftqualität schlechter ist. Die wärmere Temperatur scheint dabei in Climb dazu zu führen, dass dies eine unkomfortable Sitzplatzierung ist. In der kühleren Bedingung erweist sich dies jedoch als Vorteil. Die rechte Außenreihe erweist sich hingegen in vielen Fällen für eine Reihe von Klimaparametern (Temperatur, Luftzug, Luftqualität) als komfortabler als andere Reihen.



### 3.1.5 Einfluss von Personenmerkmalen auf das Klimaempfinden

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Ergebnisse der Analysen aus der Untersuchung im Mai 2009. Eine detaillierte Analyse individueller Einflussfaktoren auf den Komfort wurde für die Untersuchung im Mai 2008 von Piewald (2009) im Rahmen einer Diplomarbeit vorgelegt. In dieser Diplomarbeit wird auch der theoretische Hintergrund ausführlich beleuchtet. Es wird davon ausgegangen, dass individuelle Personenmerkmale einen Einfluss auf den Klimakomfort ausüben. Es wurden das Geschlecht, Persönlichkeitsmerkmale und allgemeine Klimapräferenzen als Einflussfaktoren untersucht. Persönlichkeitsmerkmale wurden insbesondere mit dem Wohlbefinden in Verbindung gebracht: Es wird davon ausgegangen, dass Neurotizismus mit geringerem Wohlbefinden und Extraversion mit höherem Wohlbefinden einhergeht. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass Personen unterschiedliche Klimapräferenzen aufweisen. Dies führt zu Unterschieden in der Wahrnehmung und Bewertung der Klimabedingungen und damit auch zu Unterschieden im Wohlbefinden.

Für Mai 2009 wurden für das Geschlecht, die Persönlichkeitsmerkmale und die Klimapräferenzen jeweils Mittelwertsvergleiche mit den Variablen zur Klima-Einschätzung, zur Klima-Behaglichkeit und zum aktuellen Wohlbefinden durchgeführt. Für die Analysen wurden die Persönlichkeitsmerkmale am Median dichotomisiert, um zwei etwa gleich große Gruppen zu erhalten. Die Ergebnisse der signifikanten Einzelanalysen sowie die Mittelwerte der Gruppen in den untersuchten Variablen sind den Tabellen 21 bis 56 zu entnehmen. Mit den Klimapräferenz-Skalen und den Skalen zu den Erwartungen und Einstellungen wurden zusätzlich Korrelationen berechnet.

#### Geschlecht

Es bestehen Mittelwertsunterschiede in der Klima-Einschätzung zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen ( $F(4, 65) = 3.72, p < .01, \eta_p^2 = .19$ ). In den Variablen der Klima-Behaglichkeit und des aktuellen Wohlbefindens zeigen sich insgesamt keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen – aber die Interaktionen der Klimabedingung mit dem Geschlecht werden für die Klima-Behaglichkeit ( $F(5, 64) = 6.31, p < .01, \eta_p^2 = .33$ ) und das aktuelle Wohlbefinden ( $F(7, 62) = 2.90, p < .05, \eta_p^2 = .25$ ) signifikant. Die Wirkung der Klimabedingung auf die genannten Variablen unterscheidet sich demnach für männliche und weibliche Probanden.

Hinsichtlich der Klima-Einschätzung zeigt sich, dass weibliche Versuchspersonen die Temperatur kühler und die Luft trockener empfinden als männliche Versuchspersonen.

Tabelle 21

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit vom Geschlecht*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Geschlecht	Temperatur-Einschätzung	1	68	9.74	0.003	0.13
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	1	68	6.99	0.010	0.09

Tabelle 22

*Mittelwerte weiblicher und männlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)	weiblich	<i>M</i>	2.74	4.46
		<i>SD</i>	0.69	0.78
	männlich	<i>M</i>	3.41	4.81
		<i>SD</i>	0.78	0.96
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht)	weiblich	<i>M</i>	3.40	3.06
		<i>SD</i>	1.03	0.85
	männlich	<i>M</i>	3.94	3.47
		<i>SD</i>	0.85	0.95

*Anmerkung.* weiblich:  $n = 35$ , männlich:  $n = 35$ .

In Bezug auf die Klima-Behaglichkeit zeigen sich Interaktionen des Geschlechts mit der Klimabedingung für die Temperatur-Behaglichkeit, die Luftzug-Behaglichkeit, die Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit und die Klima insgesamt-Behaglichkeit.

Deutlich wird, dass sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Klimabedingung in den genannten Skalen bei männlichen Personen in allen Skalen zeigen, bei weiblichen Personen nur für die Temperatur-Behaglichkeit. In Cruise unterscheiden sich männliche und weibliche Versuchspersonen in allen genannten Skalen voneinander (außer Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit), in Climb unterscheiden sich die Geschlechter lediglich in der Temperatur-Behaglichkeit und in der Klima insgesamt-Behaglichkeit ( $p < .10$ ). Weibliche Versuchspersonen empfinden die Temperatur in Climb angenehmer als in Cruise, männliche Versuchspersonen empfinden die Temperatur in Cruise angenehmer als in Climb. In Cruise empfinden männliche Versuchspersonen die Temperatur angenehmer als weibliche Versuchspersonen und in Climb ist es umgekehrt. Weibliche Versuchspersonen empfinden den Luftzug, die Luftfeuchtigkeit sowie das Klima insgesamt in beiden Klimabedingungen ähnlich angenehm jedoch in Cruise unangenehmer als männliche Versuchspersonen. Männliche Versuchspersonen empfinden den Luftzug, die Luftfeuchtigkeit sowie das Klima insgesamt in Climb unangenehmer als in Cruise. In Climb sinkt deren Luftzug- und Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit auf das Niveau der weiblichen Versuchspersonen. Das Klima insgesamt empfinden die männlichen Probanden hingegen in Climb unangenehmer ( $p < .10$ ) als die weiblichen Versuchspersonen.

Tabelle 23

*Unterschiede in der Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Klimabedingung* Geschlecht	Temperatur-Behaglichkeit	1	68	27.11	0.000	0.29
	Luftzug-Behaglichkeit	1	68	7.95	0.006	0.10
	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	1	68	2.89	0.094	0.04
	Klima insgesamt-Behaglichkeit	1	68	9.28	0.003	0.12

Tabelle 24

*Mittelwerte weiblicher und männlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Temperatur-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	weiblich	<i>M</i>	2.79	3.29
		<i>SD</i>	0.97	0.86
	männlich	<i>M</i>	3.60	2.64
		<i>SD</i>	0.82	0.77
Luftzug-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	weiblich	<i>M</i>	3.00	3.20
		<i>SD</i>	0.91	0.73
	männlich	<i>M</i>	3.46	2.97
		<i>SD</i>	0.73	0.83
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	weiblich	<i>M</i>	3.04	2.80
		<i>SD</i>	0.94	0.89
	männlich	<i>M</i>	3.39	2.71
		<i>SD</i>	0.79	0.67
Klima insgesamt-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	weiblich	<i>M</i>	2.97	3.03
		<i>SD</i>	0.90	0.75
	männlich	<i>M</i>	3.43	2.67
		<i>SD</i>	0.76	0.80

*Anmerkung.* weiblich:  $n = 35$ , männlich:  $n = 35$ .

Die Einzelvergleiche der Variablen zum aktuellen Wohlbefinden zeigen, dass Interaktionen des Geschlechts mit der Klimabedingung in Bezug auf die Variablen gute/schlechte Stimmung ( $p < .10$ ), Ruhe/Unruhe, Behaglichkeit sowie Verstimmung bestehen. Männliche Versuchspersonen fühlen sich in Climb unwohler als in Cruise, dies gilt nicht für weibliche Versuchspersonen. Zusätzlich zeigt sich, dass sich männliche Versuchspersonen in Climb in den genannten Skalen unwohler fühlen als die weiblichen Versuchspersonen (Ruhe/Unruhe:  $p < .10$ ).

Männliche Versuchspersonen sind zudem insgesamt schlechterer Stimmung ( $p < .10$ ) und weisen mehr Verstimmung auf als weibliche Versuchspersonen ( $p < .10$ ).

Tabelle 25

*Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden in Abhängigkeit vom Geschlecht und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Geschlecht	Gute/schlechte Stimmung	1	68	3.62	0.061	0.05
	Verstimmung	1	68	3.58	0.063	0.05
Klimabedingung*	Gute/schlechte Stimmung	1	68	3.35	0.071	0.05
Geschlecht	Ruhe/Unruhe	1	68	6.66	0.012	0.09
	Behaglichkeit	1	68	6.89	0.011	0.09
	Verstimmung	1	68	4.73	0.033	0.06

Tabelle 26

*Mittelwerte weiblicher und männlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	weiblich	<i>M</i>	4.10	4.00
		<i>SD</i>	0.62	0.58
	männlich	<i>M</i>	3.96	3.66
		<i>SD</i>	0.50	0.63
Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	weiblich	<i>M</i>	4.24	4.17
		<i>SD</i>	0.61	0.60
	männlich	<i>M</i>	4.18	3.89
		<i>SD</i>	0.51	0.61
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	weiblich	<i>M</i>	3.41	3.48
		<i>SD</i>	0.76	0.82
	männlich	<i>M</i>	3.46	3.11
		<i>SD</i>	0.65	0.62
Verstimmung (hoher Wert = Verstimmung)	weiblich	<i>M</i>	1.27	1.31
		<i>SD</i>	0.41	0.43
	männlich	<i>M</i>	1.38	1.61
		<i>SD</i>	0.48	0.62

*Anmerkung.* weiblich:  $n = 35$ , männlich:  $n = 35$ .Persönlichkeitsmerkmale

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Mittelwertsvergleiche zu den Persönlichkeitsmerkmalen Neurotizismus und Extraversion dargestellt.

Neurotizismus

In den Analysen zum Persönlichkeitsmerkmal Neurotizismus wurden neurotischere mit emotional stabileren Versuchspersonen verglichen. In den übergeordneten Mittelwertsvergleichen zeigen sich lediglich für die Skalen des aktuellen Wohlbefindens Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen ( $F(4, 62) = 3.26, p < .01, \eta_p^2 = .27$ ).

Die Einzelvergleiche zur Klima-Einschätzung zeigen eine Interaktion der Klimabedingung mit Neurotizismus hinsichtlich der Temperatur-Einschätzung: emotional stabilere Versuchspersonen empfinden die Temperatur in Cruise kühler ( $p < .10$ ) als neurotischere Versuchspersonen, in Climb unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht voneinander. Es zeigt sich auch, dass neurotischere Versuchspersonen die Luft insgesamt feuchter empfinden als emotional stabilere Versuchspersonen ( $p < .10$ ).

Tabelle 27

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit vom Neurotizismus und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Neurotizismus	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	1	68	2.79	0.099	0.04
Klimabedingung* Neurotizismus	Temperatur-Einschätzung	1	68	4.87	0.031	0.07

Tabelle 28

*Mittelwerte emotional stabiler und neurotischer Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)	emotional stabiler	<i>M</i>	2.91	4.70
		<i>SD</i>	0.86	1.01
	neurotischer	<i>M</i>	3.23	4.58
		<i>SD</i>	0.73	0.77
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht)	emotional stabiler	<i>M</i>	3.55	3.06
		<i>SD</i>	1.03	0.93
	neurotischer	<i>M</i>	3.78	3.45
		<i>SD</i>	0.92	0.88

*Anmerkung.* Emotional stabiler:  $n = 33$ , neurotischer:  $n = 37$ .

Neurotischere Versuchspersonen sind insgesamt schlechterer Stimmung, müder, unruhiger, weniger leistungsfähig, teilnahmsloser sowie verstimmter als emotional stabilere Versuchspersonen. Dies zeigt sich systematisch für beide untersuchten Klimabedingungen.

Tabelle 29

*Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden in Abhängigkeit vom Neurotizismus*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Neurotizismus	Gute/schlechte Stimmung	1	68	11.29	0.001	0.14
	Wachheit/Müdigkeit	1	68	15.98	0.000	0.19
	Ruhe/Unruhe	1	68	11.78	0.001	0.15
	Leistungsfähigkeit	1	68	10.02	0.002	0.13
	Teilnahmslosigkeit	1	68	8.46	0.005	0.11
	Verstimmung	1	68	9.49	0.003	0.12

Tabelle 30

*Mittelwerte emotional stabiler und neurotischer Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	emotional stabiler	<i>M</i>	4.26	4.03
		<i>SD</i>	0.45	0.52
	neurotischer	<i>M</i>	3.83	3.65
		<i>SD</i>	0.58	0.66
Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)	emotional stabiler	<i>M</i>	3.66	3.40
		<i>SD</i>	0.57	0.54
	neurotischer	<i>M</i>	3.07	2.83
		<i>SD</i>	0.84	0.69
Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	emotional stabiler	<i>M</i>	4.44	4.25
		<i>SD</i>	0.36	0.43
	neurotischer	<i>M</i>	4.01	3.83
		<i>SD</i>	0.63	0.69
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	emotional stabiler	<i>M</i>	3.94	3.67
		<i>SD</i>	0.44	0.56
	neurotischer	<i>M</i>	3.53	3.25
		<i>SD</i>	0.66	0.69
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	emotional stabiler	<i>M</i>	3.55	3.37
		<i>SD</i>	0.77	0.75
	neurotischer	<i>M</i>	3.33	3.22
		<i>SD</i>	0.63	0.74
Teilnahmslosigkeit (hoher Wert = Teilnahmslosigkeit)	emotional stabiler	<i>M</i>	1.56	1.64
		<i>SD</i>	0.66	0.72
	neurotischer	<i>M</i>	2.06	2.20
		<i>SD</i>	0.91	0.81
Verstimmung (hoher Wert = Verstimmung)	emotional stabiler	<i>M</i>	1.17	1.28
		<i>SD</i>	0.29	0.42
	neurotischer	<i>M</i>	1.46	1.63
		<i>SD</i>	0.52	0.60

*Anmerkung.* Emotional stabiler:  $n = 33$ , neurotischer:  $n = 37$ .Extraversion

Hinsichtlich des Merkmals Extraversion wurden extravertiertere mit introvertierteren Versuchspersonen verglichen. Insgesamt ergeben die übergeordneten Mittelwertvergleiche keine Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen in der Klima-Einschätzung, der Klima-Behaglichkeit und dem aktuellen Wohlbefinden.

Die Einzelvergleiche zeigen jedoch eine Interaktion der Klimabedingung mit Extraversion in Bezug auf die Luftzug-Behaglichkeit ( $p < .10$ ): Extravertiertere empfinden den Luftzug in Climb unangenehmer als in Cruise ( $p < .10$ ), Introvertiertere nicht. Grundsätzlich unterscheiden sich beide Gruppen in Bezug auf ihre Luftzug-Bewertung in der Bedingung Climb ( $p < .10$ ), nicht jedoch in Cruise.

Tabelle 31

*Unterschiede in der Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von Extraversion und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung* Extraversion	Luftzug-Behaglichkeit	1	68	3.64	0.061	0.05

Tabelle 32

*Mittelwerte introvertierter und extravertierter Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Luftzug-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	introvertierter	M	3.16	3.26
		SD	0.83	0.78
	extravertierter	M	3.29	2.92
		SD	0.87	0.76

Anmerkung. Introvertierter:  $n = 34$ , extravertierter:  $n = 36$ .

### Allgemeine Klimapräferenzen

Im Folgenden wird der Zusammenhang allgemeiner Klimapräferenzen mit den Klimabewertungen und dem aktuellen Wohlbefinden betrachtet. Zunächst werden die Ergebnisse der Mittelwertsvergleiche zwischen den Gruppen der Kälte-Sensitivität, Hitze-Sensitivität, Zugluft-Sensitivität, Luftqualität-Sensitivität, trockene Luft-Sensitivität und feuchte Luft-Sensitivität betrachtet. Anschließend werden die Ergebnisse der Korrelationsanalysen mit den Klimapräferenz-Skalen, Erwartungen und Einstellungen beleuchtet.

#### Kälte-Sensitivität

Insgesamt zeigen sich Unterschiede zwischen kälteempfindlichen und kälteunempfindlichen Personen in Bezug auf die Klima-Einschätzung ( $F(4, 65) = 4.88, p < .01, \eta_p^2 = .23$ ), sowie Interaktionen der Kälte-Sensitivität mit der Klimabedingung hinsichtlich der Klima-Behaglichkeit ( $F(5, 64) = 2.44, p < .05, \eta_p^2 = .16$ ) und des aktuellen Wohlbefindens ( $F(7, 62) = 3.75, p < .01, \eta_p^2 = .30$ ).

Kälteempfindliche Versuchspersonen empfinden die Temperatur kühler, den Luftzug stärker ( $p < .10$ ) und die Luft stickiger ( $p < .10$ ) als kälteunempfindliche Versuchspersonen.

Tabelle 33

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Kälte-Sensitivität*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Kälte-Sensitivität	Temperatur-Einschätzung	1	68	10.34	0.002	0.13
	Luftzug-Einschätzung	1	68	3.22	0.077	0.05
	Luftqualität-Einschätzung	1	68	2.82	0.098	0.04

Tabelle 34

*Mittelwerte kälteempfindlicher und kälteunempfindlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = <i>sehr kalt</i> bis 7 = <i>heiß</i> )	kälteempfindlich	<i>M</i>	2.86	4.38
		<i>SD</i>	0.69	0.78
	kälteunempfindlich	<i>M</i>	3.35	4.95
		<i>SD</i>	0.87	0.92
Luftzug-Einschätzung (1 = <i>gar nicht</i> bis 7 = <i>sehr stark</i> )	kälteempfindlich	<i>M</i>	3.38	2.21
		<i>SD</i>	1.16	0.80
	kälteunempfindlich	<i>M</i>	2.95	1.94
		<i>SD</i>	1.04	0.69
Luftqualität-Einschätzung (1 = <i>sehr frisch</i> bis 7 = <i>sehr stickig</i> )	kälteempfindlich	<i>M</i>	3.82	4.78
		<i>SD</i>	1.30	1.01
	kälteunempfindlich	<i>M</i>	3.26	4.52
		<i>SD</i>	1.21	1.28

*Anmerkung.* Kälteempfindlich:  $n = 39$ , kälteunempfindlich  $n = 31$ .

Es zeigen sich Interaktionen der Klimabedingung und der Kälte-Sensitivität hinsichtlich der Temperatur-Behaglichkeit sowie der Klima insgesamt-Behaglichkeit. In Cruise empfinden kälteunempfindliche Personen die Temperatur angenehmer als kälteempfindliche Personen. In Climb empfinden kälteempfindliche Personen Temperatur und Klima insgesamt angenehmer als kälteunempfindliche Versuchspersonen. Kälteunempfindliche Versuchspersonen empfinden in Climb eine geringere Behaglichkeit hinsichtlich Temperatur und Klima insgesamt als in Cruise, kälteempfindliche Versuchspersonen empfinden beide Bedingungen gleichermaßen behaglich.

Tabelle 35

*Unterschiede in der Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Kälte-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Klimabedingung*	Temperatur-Behaglichkeit	1	68	11.31	0.001	0.14
Kälte-Sensitivität	Klima insgesamt-Behaglichkeit	1	68	6.60	0.012	0.09

Tabelle 36

*Mittelwerte kälteempfindlicher und kälteunempfindlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Temperatur-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	kälteempfindlich	<i>M</i>	2.95	3.18
		<i>SD</i>	0.98	0.82
	kälteunempfindlich	<i>M</i>	3.50	2.69
		<i>SD</i>	0.91	0.87
Klima insgesamt- Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	kälteempfindlich	<i>M</i>	3.06	3.03
		<i>SD</i>	0.87	0.72
	kälteunempfindlich	<i>M</i>	3.37	2.63
		<i>SD</i>	0.83	0.84

*Anmerkung.* Kälteempfindlich:  $n = 39$ , kälteunempfindlich  $n = 31$ .



Zusätzlich zeigen sich Interaktionen der Klimabedingung mit der Kälte-Sensitivität hinsichtlich der Skalen gute/schlechte Stimmung, Wachheit/Müdigkeit, Behaglichkeit und Verstimmung. Bei den kälteunempfindlichen Personen zeigt sich dabei in Climb im Vergleich zu Cruise ein geringeres Wohlbefinden, bei kälteempfindlichen Personen zeigen sich keine Unterschiede. Kälteunempfindliche Versuchspersonen sind in Cruise wacher als kälteempfindliche Versuchspersonen, in Climb fühlen sich kälteempfindliche Versuchspersonen etwas behaglicher als kälteunempfindliche Versuchspersonen ( $p < .10$ ).

Tabelle 37

*Unterschiede in dem aktuellen Wohlbefinden in Abhängigkeit von der Kälte-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung*	Gute/schlechte Stimmung	1	68	7.22	0.009	0.10
Kälte-Sensitivität	Wachheit/Müdigkeit	1	68	9.43	0.003	0.12
	Behaglichkeit	1	68	13.92	0.000	0.17
	Verstimmung	1	68	4.31	0.042	0.06

Tabelle 38

*Mittelwerte kälteempfindlicher und kälteunempfindlicher Versuchspersonen*

				Cruise	Climb
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	kälteempfindlich	M		3.96	3.88
		SD		0.62	0.64
	kälteunempfindlich	M		4.13	3.76
		SD		0.47	0.61
Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)	kälteempfindlich	M		3.15	3.09
		SD		0.83	0.76
	kälteunempfindlich	M		3.59	3.12
		SD		0.64	0.58
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	kälteempfindlich	M		3.32	3.43
		SD		0.81	0.79
	kälteunempfindlich	M		3.58	3.12
		SD		0.52	0.65
Verstimmung (hoher Wert = Verstimmung)	kälteempfindlich	M		1.37	1.42
		SD		0.47	0.53
	kälteunempfindlich	M		1.27	1.51
		SD		0.42	0.58

Anmerkung. Kälteempfindlich:  $n = 39$ , kälteunempfindlich  $n = 31$ .

### Hitze-Sensitivität

Insgesamt zeigen sich Unterschiede zwischen hitzeempfindlichen und hitzeunempfindlichen Personen in den Variablen der Klima-Behaglichkeit ( $F(5, 64) = 3.15$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .20$ ).

Hitzeempfindliche Versuchspersonen empfinden den Luftzug sowie die Luftqualität unangenehmer als hitzeunempfindliche Personen.

Tabelle 39

*Unterschiede in der Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Hitze-Sensitivität*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Hitze-Sensitivität	Luftzug-Behaglichkeit	1	68	5.40	0.023	0.07
	Luftqualität-Behaglichkeit	1	68	4.57	0.036	0.06

Tabelle 40

*Mittelwerte hitzeempfindlicher und hitzeunempfindlicher Versuchspersonen*

		Cruise		Climb
Luftzug-Behaglichkeit	hitzeempfindlich	<i>M</i>	3.13	2.90
		<i>SD</i>	0.91	0.74
	hitzeunempfindlich	<i>M</i>	3.37	3.33
		<i>SD</i>	0.75	0.78
Luftqualität-Behaglichkeit	hitzeempfindlich	<i>M</i>	3.26	2.50
		<i>SD</i>	0.95	0.70
	hitzeunempfindlich	<i>M</i>	3.52	2.95
		<i>SD</i>	0.81	0.82

*Anmerkung.* Hitzeempfindlich:  $n = 40$ , hitzeunempfindlich:  $n = 30$ .Zugluft-Sensitivität

In den übergeordneten Mittelwertsvergleichen zeigen sich keine Unterschiede zwischen zugluftempfindlichen und zugluftunempfindlichen Versuchspersonen in der Klima-Einschätzung, der Klima-Behaglichkeit und dem aktuellen Wohlbefinden. Dennoch zeigen die Einzelvergleiche eine Reihe von Effekten.

Zugluftempfindliche Versuchspersonen empfinden die Temperatur kühler als zugluftunempfindliche Versuchspersonen.

Tabelle 41

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Zugluft-Sensitivität*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Zugluft-Sensitivität	Temperatur-Einschätzung	1	68	4.75	0.033	0.07

Tabelle 42

*Mittelwerte zugluftempfindlicher und zugluftunempfindlicher Versuchspersonen*

		Cruise		Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)	zugluftempfindlich	<i>M</i>	2.87	4.47
		<i>SD</i>	0.83	0.95
	zugluftunempfindlich	<i>M</i>	3.29	4.80
		<i>SD</i>	0.74	0.79

*Anmerkung.* Zugluftempfindlich:  $n = 35$ , zugluftunempfindlich:  $n = 35$ .

Es zeigt sich auch eine Interaktion hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit: Unterschiede zwischen Cruise und Climb zeigen sich nur für zugluftempfindliche Personen, diese empfinden die Luftfeuchtigkeit in Climb unangenehmer als in Cruise.

Tabelle 43

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Zugluft-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung*	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	1	68	2.89	0.094	0.04
Zugluft-Sensitivität						

Tabelle 44

*Mittelwerte zugluftempfindlicher und zugluftunempfindlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm)	zugluftempfindlich	M	3.34	2.67
		SD	0.83	0.65
	zugluftunempfindlich	M	3.09	2.84
		SD	0.92	0.90

Anmerkung. Zugluftempfindlich:  $n = 35$ , zugluftunempfindlich:  $n = 35$ .

Zugluftunempfindliche Personen sind besserer Stimmung und fühlen sich behaglicher als zugluftempfindliche Personen.

Tabelle 45

*Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden in Abhängigkeit von der Zugluft-Sensitivität*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Zugluft-Sensitivität	Gute/schlechte Stimmung	1	68	5.59	0.021	0.08
	Behaglichkeit	1	68	6.02	0.017	0.08

Tabelle 46

*Mittelwerte zugluftempfindlicher und zugluftunempfindlicher Versuchspersonen*

			Cruise	Climb
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	zugluftempfindlich	M	3.90	3.66
		SD	0.65	0.69
	zugluftunempfindlich	M	4.16	4.00
		SD	0.43	0.51
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	zugluftempfindlich	M	3.64	3.31
		SD	0.67	0.66
	zugluftunempfindlich	M	3.80	3.59
		SD	0.52	0.65
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	zugluftempfindlich	M	3.26	3.11
		SD	0.76	0.70
	zugluftunempfindlich	M	3.62	3.47
		SD	0.60	0.75

Anmerkung. Zugluftempfindlich:  $n = 35$ , zugluftunempfindlich:  $n = 35$ .

Luftqualität-Sensitivität

Insgesamt zeigen sich keine Unterschiede zwischen Personen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren und solchen, die eine gewisse Toleranz aufweisen.

In den Einzelvergleichen zeigen sich jedoch eine Reihe von Effekten. Es bestehen Interaktionen der Klimabedingung mit der Luftqualität-Sensitivität hinsichtlich der Temperatur-Einschätzung, der Luftzug-Einschätzung ( $p < .10$ ) und der Luftqualität-Einschätzung. Personen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren, empfinden die Temperatur in Cruise kühler als tolerante Versuchspersonen, dies gilt nicht für Climb. Für die Luftzug-Einschätzung und die Luftqualität-Einschätzung ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zur Aufklärung der Interaktion.

Tabelle 47

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von der Luftqualität-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	df	df <sub>Fehler</sub>	F	p	$\eta_p^2$
Klimabedingung*	Temperatur-Einschätzung	1	68	4.36	0.040	0.06
Luftqualität-Sensitivität	Luftzug-Einschätzung	1	68	3.28	0.075	0.05
	Luftqualität-Einschätzung	1	68	5.49	0.022	0.07

Tabelle 48

*Mittelwerte von Versuchspersonen, die empfindlich, und solchen, die tolerant auf verbrauchte/stickige Luft reagieren*

			Cruise	Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	M	2.92	4.64
		SD	0.77	0.89
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	M	3.32	4.63
		SD	0.81	0.89
Luftzug-Einschätzung (1 = gar nicht bis 7 = sehr stark)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	M	3.33	2.06
		SD	1.24	0.71
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	M	2.98	2.13
		SD	0.89	0.85
Luftqualität-Einschätzung (1 = sehr frisch bis 7 = sehr stickig)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	M	3.46	4.83
		SD	1.40	1.23
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	M	3.73	4.41
		SD	1.08	0.94

*Anmerkung.* Empfindlichkeit verbrauchte/stickige Luft:  $n = 42$ , Toleranz verbrauchte/stickige Luft:  $n = 28$ .

Was die Behaglichkeit betrifft, so empfinden beide Gruppen der Luftqualität-Sensitivität die Luftqualität in Climb unangenehmer als in Cruise, allerdings empfinden Personen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren, die Luftqualität in Climb noch unangenehmer als Personen, die eine gewisse Toleranz aufweisen, während sich die beiden Gruppen in dieser Einschätzung in Cruise nicht unterscheiden.

Zusätzlich empfinden Versuchspersonen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren, die Luftfeuchtigkeit unangenehmer als Personen, die eine gewisse Toleranz hinsichtlich der Luftqualität aufweisen ( $p < .10$ ).

Tabelle 49

*Unterschiede in der Klima-Behaglichkeit in Abhängigkeit von der Luftqualität-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Klimabedingung*						
Luftqualität-Sensitivität	Luftqualität-Behaglichkeit	1	68	5.25	0.025	0.07
Luftqualität-Sensitivität	Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit	1	68	3.64	0.061	0.05

Tabelle 50

*Mittelwerte von Versuchspersonen, die empfindlich, und solchen, die tolerant auf verbrauchte/stickige Luft reagieren*

			Cruise	Climb
Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.14	2.60
		<i>SD</i>	0.86	0.73
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.32	3.00
		<i>SD</i>	0.90	0.82
Luftqualität-Behaglichkeit (1 = <i>sehr unangenehm</i> bis 5 = <i>sehr angenehm</i> )	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.37	2.49
		<i>SD</i>	0.95	0.74
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.38	3.00
		<i>SD</i>	0.82	0.75

*Anmerkung.* Empfindlichkeit verbrauchte/stickige Luft: *n* = 42, Toleranz verbrauchte/stickige Luft: *n* = 28.

Darüber hinaus zeigen sich Interaktionen in Bezug auf die Skalen gute/schlechte Stimmung ( $p < .10$ ), Leistungsfähigkeit und Behaglichkeit. Personen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren, sind in Climb schlechterer Stimmung, weniger leistungsfähig und fühlen sich unbehaglicher als in Cruise. Bei Personen, die eine gewisse Toleranz gegenüber einer schlechten Luftqualität aufweisen, zeigen sich keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Klimabedingung. In Climb unterscheiden sich die beiden Gruppen in Bezug auf diese drei Skalen voneinander, in Cruise nicht. Insgesamt sind Personen, die empfindlich auf verbrauchte/stickige Luft reagieren, unruhiger, weniger leistungsfähig und fühlen sich unbehaglicher ( $p < .10$ ).

Tabelle 51

*Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden in Abhängigkeit von der Luftqualität-Sensitivität und der Klimabedingung*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>Fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Luftqualität-Sensitivität	Ruhe/Unruhe	1	68	4.44	0.039	0.06
	Leistungsfähigkeit	1	68	6.61	0.012	0.09
	Behaglichkeit	1	68	2.85	0.096	0.04
Klimabedingung*	Gute/schlechte Stimmung	1	68	3.43	0.069	0.05
Luftqualität-Sensitivität	Leistungsfähigkeit	1	68	4.92	0.030	0.07
	Behaglichkeit	1	68	3.17	0.080	0.04

Tabelle 52

*Mittelwerte von Versuchspersonen, die empfindlich, und solchen, die tolerant auf verbrauchte/stickige Luft reagieren*

			Cruise	Climb
Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.99	3.71
		<i>SD</i>	0.61	0.65
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	4.09	4.01
		<i>SD</i>	0.49	0.55
Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	4.13	3.89
		<i>SD</i>	0.57	0.63
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	4.34	4.24
		<i>SD</i>	0.51	0.54
Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.63	3.26
		<i>SD</i>	0.55	0.60
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.85	3.74
		<i>SD</i>	0.66	0.65
Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)	Empfindlichkeit verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.39	3.13
		<i>SD</i>	0.66	0.70
	Toleranz verbrauchte/ stickige Luft	<i>M</i>	3.50	3.54
		<i>SD</i>	0.77	0.76

*Anmerkung.* Empfindlichkeit verbrauchte/stickige Luft:  $n = 42$ , Toleranz verbrauchte/stickige Luft:  $n = 28$ .

#### Trockene Luft-Sensitivität

Insgesamt zeigen sich Unterschiede in der Klima-Einschätzung zwischen Personen, die empfindlich auf zu trockene Luft reagieren und solchen, die tolerant für zu trockene Luft sind ( $F(4, 65) = 2.72$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .14$ ).

Personen, die empfindlich auf zu trockene Luft reagieren, empfinden die Temperatur kühler und die Luft trockener.

Tabelle 53

*Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von Sensitivität hinsichtlich trockener Luft*

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df<sub>fehler</sub></i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Trockene Luft-Sensitivität	Temperatur-Einschätzung	1	68	4.57	0.036	0.06
	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	1	68	5.18	0.026	0.07

Tabelle 54

Mittelwerte von Versuchspersonen, die empfindlich, und solchen, die tolerant auf trockene Luft reagieren

			Cruise	Climb
Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)	Empfindlichkeit	<i>M</i>	2.94	4.48
	trockene Luft	<i>SD</i>	0.75	0.95
	Toleranz	<i>M</i>	3.29	4.88
	trockene Luft	<i>SD</i>	0.85	0.73
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht)	Empfindlichkeit	<i>M</i>	3.50	3.10
	trockene Luft	<i>SD</i>	1.09	0.93
	Toleranz	<i>M</i>	3.93	3.52
	trockene Luft	<i>SD</i>	0.70	0.87

Anmerkung. Empfindlichkeit trockene Luft:  $n = 42$ , Toleranz trockene Luft:  $n = 28$ .

### Feuchte Luft-Sensitivität

Die übergeordneten Mittelwertvergleiche zeigen keine Unterschiede zwischen Personen, die empfindlich und solchen, die unempfindlich gegenüber zu feuchter Luft sind.

Die Einzelvergleiche zeigen jedoch, dass Personen, die empfindlich auf zu feuchte Luft reagieren, die Luft insgesamt feuchter einschätzen.

Tabelle 55

Unterschiede in der Klima-Einschätzung in Abhängigkeit von Sensitivität hinsichtlich feuchte Luft

Q.d.V.	Maß	<i>df</i>	<i>df</i> <sub>Fehler</sub>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Feuchte Luft-Sensitivität	Luftfeuchtigkeit-Einschätzung	1	68	5.70	0.020	0.08

Tabelle 56

Mittelwerte von Versuchspersonen, die empfindlich, und solchen, die tolerant auf feuchte Luft reagieren

			Cruise	Climb
Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht)	Empfindlichkeit	<i>M</i>	3.93	3.70
	feuchte Luft	<i>SD</i>	0.82	0.92
	Toleranz	<i>M</i>	3.57	3.09
	feuchte Luft	<i>SD</i>	1.02	0.87

Anmerkung. Empfindlichkeit feuchte Luft:  $n = 20$ , Toleranz feuchte Luft:  $n = 50$ .

### Klimapräferenz-Skalen, Erwartungen und Einstellungen

Mit den Skalen zu den Klimapräferenzen sowie denen zu Erwartungen und Einstellungen wurden Korrelationen berechnet, um nach Zusammenhängen mit den Klimabewertungen und dem aktuellen Wohlbefinden zu forschen. Um die Korrelationen inhaltlich interpretieren zu können, sind der Tabelle 57 die Abkürzungen in den folgenden Korrelationstabellen sowie die jeweiligen Polungen der Skalen zu entnehmen.

Tabelle 57

#### *Übersicht der Klimapräferenz-Skalen*

WAKA	Klimapräferenz Wärme/Kälte (hoher Wert: Präferenz für Wärme, niedriger Wert: Präferenz für Kühle)
HITZE	Hitzeempfindlichkeit vs. Präferenz (hoher Wert: Hitzeempfindlichkeit, niedriger Wert: Präferenz für Hitze/Hitzeunempfindlichkeit)
LUFTZU	Luftzugempfindlichkeit vs. Präferenz (hoher Wert: Luftzugempfindlichkeit, niedriger Wert: Präferenz für Luftzug)
LUQU	Empfindlichkeit Luftqualität vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit, niedriger Wert: Toleranz gegenüber schlechter Luftqualität)
TROLU	Empfindlichkeit trockene Luft vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit, niedriger Wert: Toleranz gegenüber trockener Luft/Präferenz)
FEULU	Empfindlichkeit feuchte Luft vs. Toleranz (hoher Wert: Empfindlichkeit, niedriger Wert: Toleranz gegenüber feuchter Luft/Präferenz)
KLIMWB	Relevanz/Klima (hoher Wert: hohe Relevanz des Raumklimas für das Wohlbefinden, niedriger Wert: geringe Relevanz des Raumklimas für das Wohlbefinden)
FLUGWB	Flugzeugspezifische Erwartungen (hoher Wert: Erwartung, dass das Flugzeugklima das Wohlbefinden einschränkt/ein unangenehmes Raumklima im Flugzeug herrscht)
ANSPR	Anspruchshaltung vs. Toleranz (hoher Wert: hoher Anspruch an die Klimatisierung)

Der Tabelle 58 sind die Korrelationen der Klimapräferenzen sowie der Erwartungen und Einstellungen mit den Variablen der Klima-Einschätzung zu entnehmen. Bezüglich der Klimapräferenz Wärme/Kälte zeigt sich, dass die Temperatur in Cruise und in Climb umso kühler eingeschätzt wird, je stärker eine Präferenz für Wärme besteht. Die Skala Hitzeempfindlichkeit vs. Präferenz zeigt keine Zusammenhänge mit den Variablen der Klima-Einschätzung. Die Luftzugempfindlichkeit zeigt lediglich in Cruise einen signifikanten Zusammenhang mit der Temperatur-Einschätzung: Je empfindlicher eine Person generell auf Luftzug reagiert, umso kühler wird die Temperatur in dieser Bedingung empfunden. Des Weiteren zeigen sich Korrelationen der Variablen der Klima-Einschätzung mit der Skala Empfindlichkeit Luftqualität vs. Toleranz: Je empfindlicher eine Person im Allgemeinen auf eine schlechte Luftqualität reagiert, umso stärker empfindet diese den Luftzug in Cruise und umso stickiger/verbrauchter empfindet sie die Luftqualität in Climb. Die Skala Empfindlichkeit trockene Luft vs. Toleranz zeigt eine Reihe signifikanter Korrelationen: Umso empfindlicher eine Person im Allgemeinen auf trockene Luft reagiert, umso trockener empfindet diese Person die Luft in Climb. Zudem wird die Luft umso



stickiger und verbraucher empfunden, je empfindlicher eine Person generell auf trockene Luft reagiert. Für die Skala Empfindlichkeit feuchte Luft vs. Toleranz zeigt sich in Climb, dass die Luft umso feuchter empfunden wird, je empfindlicher die Person im Allgemeinen auf feuchte Luft reagiert. Des Weiteren wird der Luftzug umso stärker eingeschätzt, je stärker eine Person die Relevanz des Klimas für das eigene Wohlbefinden einschätzt. Je höher die Erwartung ist, dass das Klima in Flugzeugen generell das Wohlbefinden einschränkt, umso trockener und stickiger/verbraucher wird die Luft in Climb empfunden. Je höher der Anspruch an die Klimatisierung ist, umso trockener wird die Luft eingeschätzt.

Tabelle 58

*Korrelationen (Spearman's Rho) der Klimapräferenzen, Erwartungen und Einstellungen mit den Variablen der Klima-Einschätzung*

	Temperatur-Einschätzung (1 = sehr kalt bis 7 = heiß)		Luftzug-Einschätzung (1 = gar nicht bis 7 = sehr stark)		Luftfeuchtigkeit-Einschätzung (1 = sehr trocken bis 7 = sehr feucht)		Luftqualität-Einschätzung (1 = sehr frisch bis 7 = sehr stickig)	
	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
WAKA	-0.35**	-0.27*	0.07	0.05	-0.11	-0.16	0.01	-0.02
HITZE	-0.04	0.00	0.00	-0.09	0.09	0.02	0.00	0.09
LUFTZU	-0.26*	-0.14	0.05	0.11	-0.15	-0.14	0.00	0.03
LUQU	-0.08	0.09	0.28*	0.07	0.04	-0.15	-0.10	0.22 <sup>+</sup>
TROLU	-0.09	0.05	0.03	-0.10	-0.19	-0.29*	0.32**	0.30*
FEULU	-0.09	-0.06	0.05	-0.01	0.09	0.21 <sup>+</sup>	-0.05	-0.11
KLIMWB	-0.03	0.06	0.30*	0.15	0.09	-0.10	-0.14	0.14
FLUGWB	-0.01	0.13	0.14	0.07	-0.09	-0.22 <sup>+</sup>	0.18	0.21 <sup>+</sup>
ANSPR	-0.16	0.16	0.14	-0.09	-0.04	-0.26*	0.00	0.17

Anmerkungen. <sup>+</sup>  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ . Flugwb und Anspr nur  $n = 65$ .

Die Korrelationen mit den Variablen zur Klima-Behaglichkeit sind der Tabelle 59 zu entnehmen. Je mehr eine Versuchsperson im Allgemeinen Wärme bevorzugt, umso unangenehmer wird die Temperatur in Cruise empfunden und umso angenehmer empfindet diese Person die Temperatur sowie das Klima insgesamt in Climb. Je hitzeempfindlicher eine Person im Allgemeinen ist, umso angenehmer empfindet diese die Temperatur in Cruise. Je empfindlicher eine Person generell auf Luftzug reagiert, umso unangenehmer wird die Temperatur, der Luftzug sowie das Klima insgesamt in Cruise empfunden. Die Luftqualität in Climb wird umso unangenehmer empfunden, je empfindlicher eine Person im Allgemeinen auf eine schlechte Luftqualität reagiert. Je empfindlicher die Versuchspersonen generell auf trockene Luft reagieren, umso unangenehmer empfinden sie die Luftfeuchtigkeit in Climb und die Luftqualität in beiden Bedingungen. Je höher die Erwartungen daran sind, dass die Klimatisierung in Flugzeugen das Wohlbefinden einschränkt, umso unangenehmer werden in Cruise die Luftqualität und in Climb die Luftfeuchtigkeit sowie das Klima insgesamt erlebt. Keine Zusammenhänge mit den Variablen der Klima-Behaglichkeit zeigen sich mit den Skalen Empfindlichkeit feuchte Luft vs. Toleranz, Relevanz/Klima sowie Anspruchshaltung vs. Toleranz.

Tabelle 59

*Korrelationen (Spearman's Rho) der Klimapräferenzen, Erwartungen und Einstellungen mit den Variablen der Klima-Behaglichkeit*

	Temperatur-Behaglichkeit		Luftzug-Behaglichkeit		Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit		Luftqualität-Behaglichkeit		Klima insgesamt-Behaglichkeit	
	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
WAKA	-0.25*	0.30*	-0.03	0.12	-0.03	-0.03	0.15	0.07	-0.12	0.28*
HITZE	0.23 <sup>+</sup>	0.16	0.17	0.16	0.12	-0.15	-0.03	-0.12	0.10	0.12
LUFTZU	-0.33**	0.17	-0.27*	0.18	-0.08	-0.11	0.05	0.00	-0.25*	0.15
LUQU	0.07	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.16	0.02	-0.27*	0.08	-0.12
TROLU	0.04	-0.01	-0.06	-0.04	-0.17	-0.25*	-0.26*	-0.40**	0.02	-0.14
FEULU	-0.03	-0.10	-0.16	0.07	-0.10	0.04	-0.06	0.02	-0.04	0.05
KLIMWB	0.14	-0.12	-0.12	-0.05	-0.04	-0.14	0.01	-0.19	0.08	-0.06
FLUGWB	-0.15	-0.20	-0.08	-0.16	-0.19	-0.22 <sup>+</sup>	-0.24 <sup>+</sup>	-0.15	-0.13	-0.25*
ANSPR	0.07	-0.13	0.01	-0.17	-0.01	-0.16	-0.08	-0.15	0.09	-0.19

Anmerkung. Klima-Behaglichkeit: 1 = *sehr unangenehm* bis 5 = *sehr angenehm*. <sup>+</sup>  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Die Korrelationen mit den Skalen zum aktuellen Wohlbefinden finden sich aus Platzgründen in den zwei Tabellen 60 und 61. Je hitzeempfindlicher die Versuchspersonen, umso wacher und leistungsfähiger fühlen sie sich in Cruise und umso geringer ist ihre Teilnahmslosigkeit in Climb. Generelle Luftzug-Empfindlichkeit geht in Cruise mit stärkerer Unruhe und geringerer Behaglichkeit einher. Je toleranter die Versuchspersonen im Allgemeinen auf eine schlechte Luftqualität reagieren, umso leistungsfähiger fühlen sie sich in Climb. Je stärker im Allgemeinen die Relevanz des Klimas für das eigene Wohlbefinden eingeschätzt wird, umso geringer fällt in Climb sowohl das psychische als auch das physische Wohlbefinden aus: Die Personen sind schlechterer Stimmung, unruhiger, verstimmter und fühlen sich weniger leistungsfähig und behaglich. Höhere Erwartungen daran, dass das Kabinenklima das Wohlbefinden einschränkt, geht in Cruise mit geringerem physischen Wohlbefinden (Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit) und in Climb zusätzlich mit geringerem psychischen Wohlbefinden (bez. gute/schlechte Stimmung, Wachheit/Müdigkeit und Ruhe/Unruhe) einher. Je geringer der Anspruch an die Klimatisierung, umso besser ist die Stimmung und umso behaglicher fühlen sich die Personen in Climb. Die Klimapräferenz hinsichtlich Wärme/Kälte sowie die Skalen Empfindlichkeit trockene Luft vs. Toleranz und Empfindlichkeit feuchte Luft vs. Toleranz zeigen keine Zusammenhänge mit den Skalen des psychischen und physischen Wohlbefindens.

Tabelle 60

*Korrelationen (Spearman's Rho) der Klimapräferenzen, Erwartungen und Einstellungen mit den MDBF-Skalen*

	Gute/schlechte Stimmung (hoher Wert = gute Stimmung)		Wachheit/Müdigkeit (hoher Wert = Wachheit)		Ruhe/Unruhe (hoher Wert = Ruhe)	
	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
WAKA	-0.06	0.06	-0.17	0.00	-0.07	0.01
HITZE	0.07	0.12	0.23 <sup>+</sup>	0.14	0.02	0.05
LUFTZU	-0.15	-0.06	-0.01	-0.02	-0.24 <sup>*</sup>	-0.14
LUQU	0.17	-0.03	-0.02	-0.02	-0.08	-0.06
TROLU	0.04	-0.11	-0.01	-0.11	-0.15	-0.13
FEULU	-0.10	-0.11	0.02	0.11	-0.07	0.03
KLIMWB	0.00	-0.23 <sup>+</sup>	-0.09	-0.14	-0.19	-0.29 <sup>*</sup>
FLUGWB	-0.10	-0.21 <sup>+</sup>	-0.20	-0.25 <sup>*</sup>	-0.18	-0.15
ANSPR	-0.07	-0.27 <sup>*</sup>	0.02	-0.20	0.02	-0.07

Anmerkung. <sup>+</sup>  $p < .10$ , <sup>\*</sup>  $p < .05$ , <sup>\*\*</sup>  $p < .01$ .

Tabelle 61

*Korrelationen (Spearman's Rho) der Klimapräferenzen, Erwartungen und Einstellungen mit den FAW- und BASTI-Skalen*

	Leistungsfähigkeit (hoher Wert = Leistungsfähigkeit)		Behaglichkeit (hoher Wert = Behaglichkeit)		Teilnahmslosigkeit (hoher Wert = Teilnahmslosigkeit)		Verstimmung (hoher Wert = Verstimmung)	
	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
WAKA	-0.08	0.00	-0.15	0.16	0.09	0.10	0.08	-0.10
HITZE	0.30 <sup>*</sup>	0.16	0.15	0.16	-0.19	-0.21 <sup>+</sup>	-0.10	-0.04
LUFTZU	-0.12	-0.08	-0.35 <sup>**</sup>	-0.10	0.01	-0.03	0.10	0.05
LUQU	-0.09	-0.22 <sup>+</sup>	0.07	-0.16	-0.01	-0.06	-0.06	-0.02
TROLU	0.03	-0.09	-0.04	-0.11	-0.09	-0.04	-0.11	-0.11
FEULU	-0.03	-0.03	-0.14	-0.04	-0.10	-0.07	0.05	0.08
KLIMWB	-0.17	-0.29 <sup>*</sup>	-0.05	-0.32 <sup>**</sup>	0.02	0.06	0.13	0.23 <sup>+</sup>
FLUGWB	-0.27 <sup>*</sup>	-0.27 <sup>*</sup>	-0.22 <sup>+</sup>	-0.25 <sup>*</sup>	0.10	0.20	0.10	0.10
ANSPR	0.00	-0.18	-0.02	-0.22 <sup>+</sup>	0.05	0.15	-0.06	0.05

Anmerkung. <sup>+</sup>  $p < .10$ , <sup>\*</sup>  $p < .05$ , <sup>\*\*</sup>  $p < .01$ .

### Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass Personenmerkmale eine Rolle in der Aufklärung von Unterschieden im Komforterleben spielen.

Welche Bedingung als komfortabler erlebt wird, erscheint abhängig vom Geschlecht: Für weibliche Versuchspersonen erweist sich Climb als die komfortablere Bedingung, männliche Versuchspersonen fühlen sich hingegen in Cruise wohler. Auch unabhängig von der Klimabedingung zeigten sich in der Untersuchung Geschlechterunterschiede: Frauen empfinden generell die Temperatur kühler und die Luft trockener.

Die Analysen zu den Persönlichkeitsmerkmalen lieferten in der Mai-Untersuchung 2009 teils hypothesenkonforme, teils unerwartete Ergebnisse. Für das Persönlichkeitsmerkmal Neurotizismus konnte gezeigt werden, dass dies insbesondere für das aktuelle Wohlbefinden eine Rolle spielt: Neurotischere Versuchspersonen weisen in jeder der untersuchten Klimabedingungen ein geringeres Wohlbefinden auf. Für das Merkmal Extraversion zeigen sich hingegen nicht wie erwartet Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden. Es zeigt sich lediglich eine schwer einzuordnende Interaktion hinsichtlich der Luftzug-Behaglichkeit.

Die Ergebnisse der Mittelwertsvergleiche sowie der Korrelationsanalysen bescheinigen allgemeinen Klimapräferenzen eine Rolle in der Aufklärung von Komfortunterschieden.

Die Mittelwertsvergleiche zeigen insbesondere für die Kälte-Sensitivität Unterschiede für die beiden Gruppen in dem empfundenen Klimakomfort in Cruise und Climb: Insgesamt wird die kühlere Bedingung Cruise von kälteunempfindlichen Personen komfortabler erlebt, während die wärmere Bedingung Climb von kälteempfindlichen Personen komfortabler empfunden wird. Bezüglich der Hitze-Sensitivität, der Zugluft-Sensitivität sowie der Luftqualität-Sensitivität zeigen sich jeweils Komforteinschränkungen für Personen, die empfindlich auf den jeweiligen Klimaparameter reagieren. Bezüglich der Luftqualität-Sensitivität zeigen sich auch eine Reihe erwartungskonformer Interaktionen. Keine Komforteinschränkungen aber eine erwartungsgemäße Einschätzung zeigt sich für die trockene Luft- und feuchte Luft-Sensitivität.

Es zeigt sich, dass die Klimabedingungen teilweise in Abhängigkeit von den Klimapräferenzen eine andere Wirkung auf den Klimakomfort haben. Die Bedeutung von Klimapräferenzen für den empfundenen Klimakomfort erscheint zudem abhängig davon zu sein, welche objektiven klimatischen Bedingungen herrschen. Die Korrelationsanalysen zeigen in diesem Zusammenhang eine Reihe erwartungskonformer Ergebnisse. So zeigt sich beispielsweise lediglich in Cruise, der Bedingung mit stärkerem Luftzug, dass Luftzugempfindlichkeit mit geringerer Luftzug-Behaglichkeit, geringerer Behaglichkeit und stärkerer Unruhe einhergeht – nicht jedoch in Climb. Hitzeempfindlichkeit geht ebenfalls lediglich in der kühleren Bedingung Cruise mit stärkerer Temperatur-Behaglichkeit, Wachheit und Leistungsfähigkeit einher. Eine Präferenz für Wärme geht in der kühleren Bedingung Cruise mit geringerer Temperatur-Behaglichkeit, in Climb mit stärkerer Temperatur- und Klima insgesamt-Behaglichkeit einher. In beiden Bedingungen wird die Temperatur umso kühler eingeschätzt, je weniger angenehm kühle Temperaturen im Allgemeinen empfunden werden. Auch mit den übrigen Klimapräferenz-Skalen und den Skalen zu Erwartungen und Einstellungen konnten Zusammenhänge mit dem Komfort-erleben aufgezeigt werden.

Insgesamt scheint ein komplexes Wirkgefüge vorzuliegen, in welchem Personenmerkmale in Abhängigkeit von den herrschenden klimatischen Bedingungen für die Aufklärung von Unterschieden im Komfort-erleben eine Rolle spielen.

### 3.2 Zusammenhang zwischen objektiven Bedingungen und subjektivem Erleben

Die im Weiteren vorgestellten Auswertungen verfolgen das Ziel, eine systematische Verbindung zwischen objektiven Messungen und subjektiven Aussagen zu ermitteln. Angelehnt sind diese Überlegungen an vorliegende Thermo-Komfort-Modelle, die Ansätze unterschiedlicher Komplexität betreffen (Streblow, Müller, Gores & Bendfeldt, 2009; Vankan, 2009; Zhang, 2003). Eine grobe Klassifizierung benennt „statistische Modelle“ und „physiologische Modelle“. Dabei zeichnen sich statistische Modelle durch die Arbeit mit korrelativen Zusammenhängen zwischen Umgebungs- und gegebenenfalls physiologischen Daten und dem thermischem Empfinden aus, es wird jedoch keine Modellierung der Wärmeleitung im menschlichen Körper und damit der menschlichen Physiologie angestrebt. Letzteres wird in den physiologischen Modellen angezielt. Für die hier vorgenommene Modellierung wird ein statistischer Ansatz gewählt. Dazu werden objektive Daten, die über Thermoaufnahmen und mit Temperatursensoren erhoben wurden, zu dem erfragten subjektiven Wohlbefinden in den experimentell variierten Klimasituationen in Verbindung gesetzt.

#### 3.2.1 Gesichtstemperatur und subjektives Empfinden

In den Untersuchungen im Mai 2009 und September 2009 wurden in jeweils zwei Untersuchungsphasen der Klimabedingungen Cruise und Climb Aufnahmen der Probanden mit einer Wärmebildkamera gemacht. Für weitere Analysen wurden von diesen ausschließlich Aufnahmen der Gesichtspartie verwendet, da das Gesicht im Gegensatz zu den übrigen Körperteilen nicht von Kleidung bedeckt wurde und es auf jedem Foto deutlich erkennbar war.

Für die Thermoaufnahmen wurden die mittleren Gesichtstemperaturen ermittelt und bewertet. In der Tabelle 62 wird ersichtlich, dass die Gesichtstemperaturwerte der Probanden in Cruise geringer ausfallen als in Climb. Insofern schlägt sich die Klimabedingung erwartungsgemäß in der objektiven Gesichtstemperatur nieder und diese erscheint als ein geeignetes individuelles Temperaturmaß.

Tabelle 62

#### *Übersicht der Gesichtstemperaturen in Cruise und Climb*

		Cruise	Climb	<i>D</i>
Mai 2009	<i>M</i>	31.61	32.42	1.00**
	<i>SD</i>	0.89	0.71	
September 2009	<i>M</i>	31.97	32.48	0.70**
	<i>SD</i>	0.72	0.72	

Anmerkung. \*\*  $p < .01$ .

Um zu überprüfen, ob und wie die Gesichtstemperatur mit den subjektiven Maßen zusammenhängt, wurden Korrelationen berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle 63 zu entnehmen.

Für die Untersuchung im September 2009 zeigen sich in Cruise positive Korrelationen der Gesichtstemperatur mit der Temperatur-Einschätzung: Je wärmer die objektive Gesichtstemperatur, desto wärmer wird die Temperatur insgesamt empfunden. Die Korrelation ist allerdings gering. Für die Korrelationen mit den Behaglichkeitsbewertungen hinsichtlich der Temperatur, des Luftzugs und des Klimas insgesamt zeigt sich nur eine signifikante Korrelation für die Bedingung Climb im September 2009, diese fällt mit

$r_s = -.39$  sehr deutlich aus: Je wärmer die Gesichtstemperatur, umso unangenehmer wird der Luftzug in dieser Bedingung empfunden. Da der Luftzug in der Bedingung Climb sehr schwach ausfällt, ist anzunehmen, dass die Einschätzung „unangenehm“ in diesem Zusammenhang auf zu wenig Luftzug hinweist.

Zu den Variablen zum aktuellen Wohlbefinden zeigt sich ein positiver Zusammenhang im Mai 2009 für die Bedingung Cruise. Je wärmer hier die Gesichtstemperatur der Probanden ist, desto größer ist ihr körperliches Wohlbefinden. Für den September 2009 ergeben sich keine bedeutsamen Zusammenhänge.

Tabelle 63

*Korrelationen (Spearman's Rho) der Gesichtstemperaturen mit den Klimabewertungen und dem aktuellen Wohlbefinden in drei Untersuchungen (N = 70)*

	Mai 2009		Sept. 2009	
	Gesicht °C Cruise	Gesicht °C Climb	Gesicht °C Cruise	Gesicht °C Climb
Temperatur-Einschätzung 1 = sehr kalt bis 7 = heiß	.05	-.16	.20*	.03
Luftzug-Einschätzung 1 = gar nicht bis 7 = sehr stark	-.13	-.03	-.01	.00
Temperatur-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.10	.14	.12	-.16
Luftzug-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.07	.05	-.04	-.39**
Klima insgesamt-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.04	-.03	.08	-.19
Psychisches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.11	.09	.09	-.12
Körperliches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.22*	.14	.11	-.01

Anmerkungen. \*  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ . Psychisches Wohlbefinden = Mittelwert der MDBF-Skalen; Körperliches Wohlbefinden = Mittelwert der FAW-Skalen; September 2009:  $n = 69$  für folgende Variablen: Cruise: Temperatur-Behaglichkeit; Climb: Einschätzung und Behaglichkeit von Temperatur und Luftzug.

Die gefundenen Zusammenhänge zwischen Thermoaufnahmen des Gesichtsfelds und dem subjektiven Befinden zeigen einige aber nur schwache Ausprägungen, die nicht repliziert werden konnten. Ein Erklärungsansatz könnte darin bestehen, dass die objektive Gesichtstemperatur insgesamt wenig Vorhersagekraft für das Gesamttempfinden liefert. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte in einer eingeschränkten Messgüte der erhobenen Temperaturdaten liegen. So beeinflussen Brillen oder auch Frisuren die Gesichtsfäche und deren Temperaturwerte und damit die Vergleichbarkeit der ermittelten durchschnittlichen Gesichtstemperaturen.

### 3.2.2 Temperatur an unterschiedlichen Körperteilen und subjektives Empfinden

Aus der Untersuchung im Mai 2009 liegen für 40 Sitzplätze differenzierte Temperaturmessdaten vor. Mittels Messsensoren wurde die Temperatur in Schulterhöhe, in Unterarmhöhe sowie in Kniehöhe jeweils für die rechte und linke Seite ermittelt. Die Tabelle 64 leistet eine Übersicht der gemessenen Temperaturen.

Tabelle 64

Mai 2009: Übersicht der Temperaturen (in °C) an Schultern, Unterarmen und Beinen (N = 70)

		Cruise	Climb	d
Schulter rechts: Temperatur in °C	M	23.94	25.39	1.58**
	SD	1.07	0.73	
Schulter links: Temperatur in °C	M	23.82	25.34	1.77**
	SD	1.01	0.68	
Unterm rechts: Temperatur in °C	M	25.45	26.53	1.09**
	SD	1.16	0.78	
Unterarm links: Temperatur in °C	M	25.39	26.47	1.09**
	SD	1.17	0.79	
Kniehöhe rechts: Temperatur in °C	M	23.50	24.70	0.80**
	SD	1.14	1.79	
Kniehöhe links: Temperatur in °C	M	23.65	25.04	2.15**
	SD	0.73	0.56	

Anmerkung. \*\*  $p < .01$ . Unterarm links: N = 39.

Um Zusammenhänge mit den subjektiven Klimabewertungen zu überprüfen, wurden Korrelationen berechnet (s. Tabelle 65 und Tabelle 66). Für die Temperatur-Einschätzungen zeigen sich signifikante Korrelationen lediglich in Cruise mit den Temperaturwerten an den Unterarmen: Erwartungskonform wird die Temperatur insgesamt wärmer empfunden, je wärmer die tatsächliche Temperatur an den Unterarmen ist. Tendenziell lässt sich dieser Zusammenhang auch für die Schultern beobachten. Stärkere Zusammenhänge ergeben sich interessanterweise mit der Luftzug-Einschätzung. In beiden Klimabedingungen zeigen sich negative Korrelationen zwischen der Luftzug-Einschätzung und den Temperaturen an Schultern und Unterarmen. Je wärmer die Temperatur an den Schultern und den Unterarmen, umso schwächer wird der Luftzug eingeschätzt. Die Temperatur an den Knien hängt hingegen nicht mit der Luftzug-Einschätzung zusammen.

Für die Temperaturwerte an Schultern, Unterarmen und auf Kniehöhe zeigen sich nur wenige Zusammenhänge mit dem Parameter-Behaglichkeit. So wird in der Bedingung Climb die Temperatur umso angenehmer empfunden, je wärmer die Temperatur an den Schultern ist. Für die Bedingung Cruise zeigen sich keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen Temperaturbehaglichkeit und objektiven Messwerten. Mit der Luftzug-Behaglichkeit und der Gesamtklimabehaglichkeit hängt die objektive Temperatur ebenso nicht zusammen.

Für das psychische Wohlbefinden ergeben sich in Cruise tendenziell positive Zusammenhänge zur Temperatur an den Schultern und am rechten Unterarm, für die rechte Schulter ist dieser auch signifikant: je höher die Temperatur, desto höher das psychische Wohlbefinden. Die Messungen auf Kniehöhe weisen demgegenüber in der Tendenz negative Zusammenhänge zu den Skalen des psychischen und körperlichen Wohlbefindens auf (in einem Fall signifikant): je wärmer die Luft auf Kniehöhe, desto geringer ist das Wohlbefinden. Auch in Climb zeigt sich ein positiver Zusammenhang der Temperatur an den Schultern mit dem psychischen Wohlbefinden. Eine höhere Temperatur – insbesondere an der rechten Schulter – geht mit größerem Wohlbefinden einher. Für die

Knie ergeben sich auch hier tendenziell negative Korrelationen, die allerdings nicht bedeutsam sind.

Tabelle 65

*Cruise – Korrelationen (Spearman's Rho) der Temperaturen in °C an Schultern, Armen und auf Kniehöhe mit den Klimabewertungen hinsichtlich Temperatur, Luftzug und Klima insgesamt sowie den Skalen zum Wohlbefinden (n = 40)*

Cruise	Schulter rechts	Schulter links	Unter-arm rechts	Unter-arm links	Knie-höhe rechts	Knie-höhe links
Temperatur-Einschätzung 1 = sehr kalt bis 7 = heiß	.26	.25	.34*	.34*	.13	-.01
Luftzug-Einschätzung 1 = gar nicht bis 7 = sehr stark	-.53**	-.45**	-.52**	-.39*	-.09	.08
Temperatur-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.04	-.04	.19	.02	.06	.02
Luftzug-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.17	.21	.20	.19	.17	-.01
Klima insgesamt-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.06	.02	.32*	.07	.18	-.00
Psychisches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.27 <sup>+</sup>	.18	.23	-.03	-.12	-.33*
Körperliches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.15	.12	.13	-.01	-.10	-.19

Anmerkungen. <sup>+</sup>  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ . Objektive Messung Temperatur in °C  
Arm links:  $n = 39$ .

Tabelle 66

*Climb – Korrelationen (Spearman's Rho) der Temperaturen in °C an Schultern, Armen auf Kniehöhe mit den Klimabewertungen hinsichtlich Temperatur, Luftzug und Klima insgesamt sowie den Skalen zum Wohlbefinden (n = 40)*

Climb	Schulter rechts	Schulter links	Unter-arm rechts	Unter-arm links	Knie-höhe rechts	Knie-höhe links
Temperatur-Einschätzung 1 = sehr kalt bis 7 = heiß	-.26	-.08	-.17	-.13	-.20	-.26
Luftzug-Einschätzung 1 = gar nicht bis 7 = sehr stark	-.33*	-.25	-.38*	-.36*	-.23	-.08
Temperatur-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.31*	.30 <sup>+</sup>	.08	.14	.10	.06
Luftzug-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.22	.26	-.17	.18	-.10	-.15
Klima insgesamt-Behaglichkeit 1 = sehr unangenehm bis 5 = sehr angenehm	.15	.10	-.02	.08	.18	.09
Psychisches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.29 <sup>+</sup>	.17	.08	-.02	-.15	-.18
Körperliches Wohlbefinden hoher Wert = Wohlbefinden	.27 <sup>+</sup>	.21	.05	.08	-.08	-.03

Anmerkungen. <sup>+</sup>  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .



Zusätzlich wurde geprüft, ob die objektiven Temperaturmessdaten mit den subjektiven Temperaturbewertungen der einzelnen Körperteile korrespondieren. Es wurde jeweils die Temperatur-Einschätzung und Temperatur-Behaglichkeit des Körperteils gewählt, das sich am nächsten an dem entsprechenden Sensor befand. Für die Messdaten der Temperatur auf Schulterhöhe werden im Folgenden Korrelationen mit den Temperaturbewertungen an den Oberarmen berichtet. Für die Temperaturdaten der Messsensoren auf Unterarmhöhe werden die subjektiven Bewertungen der Temperatur am Unterarm berichtet. Für die objektiven Temperaturdaten auf Kniehöhe werden die Temperaturbewertungen der Oberschenkel für die Berechnungen der Korrelationen herangezogen.

In beiden Klimabedingungen wird die Temperatur am linken Oberarm umso wärmer empfunden, je höher die tatsächliche Temperatur an der linken Schulter war (Cruise:  $r_s = .41$ ,  $p < .01$ , Climb:  $r_s = .34$ ,  $p < .05$ ). Die Korrelationen der objektiven Temperaturen an den rechten Schultern mit den Temperatur-Einschätzungen an den Oberarmen werden nicht signifikant, sind aber erwartungsgemäß positiv (Cruise:  $r_s = .24$ ,  $p = .145$ , Climb:  $r_s = .18$ ,  $p = .269$ ). Deutliche Zusammenhänge zeigen sich auch zwischen der Temperatur auf Unterarmhöhe und den entsprechenden Temperatur-Einschätzungen. In Cruise zeigt sich insbesondere eine deutliche Korrelation der objektiven Temperatur mit dem rechten Unterarm (Cruise:  $r_s = .55$ ,  $p < .01$ ), aber auch auf der linken Körperseite zeigt sich ein bedeutsamer Zusammenhang der objektiven Temperatur mit der Temperatur-Einschätzung am Unterarm ( $r_s = .28$ ,  $p < .10$ ). Auch in Climb ist der Zusammenhang der objektiven Temperatur am rechten Unterarm mit der entsprechenden Temperatur-Einschätzung ( $r_s = .50$ ,  $p < .01$ ) deutlicher als die Korrelation der Temperatur am linken Unterarm mit der Einschätzung – diese wird auch knapp nicht signifikant ( $r_s = .26$ ,  $p = .112$ ). Die gemessenen Temperaturen auf Kniehöhe zeigen keine bedeutsamen Zusammenhänge mit den Temperatur-Einschätzungen an den Oberschenkeln.

Es zeigen sich eine Reihe mittlerer Zusammenhänge der objektiven Temperatur an Schultern, Armen und Knien mit der Temperatur-Behaglichkeit. Je wärmer die Temperatur an der Schulter ist, umso angenehmer wird diese in Climb empfunden (rechts:  $r_s = .28$ ,  $p < .10$ , links:  $r_s = .23$ , n.s.). In Cruise werden die positiven Korrelationen nicht signifikant. Für den rechten Unterarm zeigen sich in Cruise deutlich positive Zusammenhänge der Temperatur mit der Behaglichkeit ( $r_s = .39$ ,  $p < .05$ ). Auch in Climb korreliert die Temperatur an den Unterarmen deutlich positiv mit der jeweiligen Temperatur-Behaglichkeit (rechts:  $r_s = .36$ ,  $p < .05$ , links:  $r_s = .27$ ,  $p < .10$ ). Lediglich die positiven Korrelationen des linken Armes mit der Temperatur-Behaglichkeit in Cruise werden nicht signifikant. Die gemessene Temperatur auf Kniehöhe korreliert nicht mit der empfundenen Temperatur-Behaglichkeit.

Die nur partielle Aussagekraft der Ergebnisse kann zum Einen auf die kleine Stichprobe mit  $N = 40$  Personen zurückgeführt werden. Außerdem waren die Temperatursensoren mit größerem Abstand zur sitzenden Versuchsperson angebracht. Sie messen nicht direkt die Körpertemperatur, sondern die Umgebungstemperatur, die sich je nach Sitzposition und nach „Bewegung“ der VPN deutlich unterscheiden dürfte. Als Folgerung ergibt sich, Messungen der objektiven Bedingungen nicht direkt im Versuch vorzunehmen, sondern vor- oder nachgelagert mit wenigen Personen für repräsentative Sitzplätze Daten zu erheben, deren Messung dann genau kontrolliert und dichter an der Person selbst durchgeführt werden kann.

### 3.2.3 Vorhersage des subjektiven Empfindens

Auf dem Weg zur Vorhersage des empfundenen Klimakomforts wurden Regressionsanalysen berechnet, um zu überprüfen, ob die gemessenen Temperaturen an den Sitzplätzen (Schulter, Unterarm, Kniehöhe) oder die Gesichtstemperatur zur Aufklärung des Wohlbefindens in der Kabine beitragen können. Die Messdaten von Schultern und Armen wurden zu diesem Zweck aufgrund ihrer hohen Interkorrelation zu dem Maß „Oberkörper“ zusammengefasst. Die auf Kniehöhe gemessenen Daten wurden an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

Zunächst wird deutlich, dass sich die eingeschätzte Gesamtzufriedenheit mit der Klimasituation (Variable Klima insgesamt-Behaglichkeit) weder für die Bedingung Cruise noch für Climb anhand der objektiven Messdaten vorhersagen lässt. Als weiterer Kriteriumswert wurde pro Klimabedingung der Mittelwert aus den Skalen zum psychischen und körperlichen Wohlbefinden berechnet (Cruise: MW = 3,72, SD = 0,54; Climb: MW = 3,51, SD = 0,58). Dieser Wert ist aufgrund der höheren Anzahl an Items, die in die Berechnung eingehen, reliabler als die eingeschätzte Gesamtbehaglichkeit des Klimas.

Wie Tabelle 67 zu entnehmen ist, ergeben sich auch in Bezug auf dieses Kriterium keine signifikanten Regressionsgleichungen. Jedoch ist in der Tendenz zu erkennen, dass sowohl der Oberkörper als auch die Gesichtstemperatur ein positives Gewicht für die Vorhersage des „Gesamt-Wohlbefindens“ aufweisen. Der Anteil an aufgeklärter Varianz ist mit jeweils 6 % allerdings gering und statistisch nicht bedeutsam.

Tabelle 67

*Vorhersage des Wohlbefindens mittels der Temperaturdaten*

Kriterium	$\beta$	$R$	$R^2$ (adj. $R^2$ )	$F$	$df_{1/2}$	$P$
Cruise						
<i>psychisches/ körperliches Wohlbefinden</i>						
Oberkörper	.21	.25	.06 (.01)	1,24	2/37	.30
Gesichtstemperatur	.17					
Climb						
<i>psychisches/ körperliches Wohlbefinden</i>						
Oberkörper	.17	.24	.06 (.01)	1,15	2/37	.33
Gesichtstemperatur	.14					

*Anmerkungen.*  $N = 39$ ; paarweiser Fallausschluss, Methode: Einschluss.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die bisher vorliegenden Daten keine zufriedenstellende Vorhersage des Klimakomforts erlauben. Es lassen sich nur tendenzielle Effekte beobachten, die ein gleichbleibendes Muster aufweisen: Der Oberkörper scheint ein etwas größeres positives Gewicht zu haben als die Gesichtstemperatur.

Es ist anzunehmen, dass eine Erweiterung des Datenpools dazu beiträgt, deutlichere Effekte identifizieren zu können. Mit  $N = 40$  liegt zu den objektiven Temperaturmessungen bisher ein verhältnismäßig kleiner Datensatz vor, so dass Ausreißerwerte in Form

von Messfehlern oder extremen subjektiven Urteilen durch die Probanden die Ergebnisse leicht verzerren können.

### Zusammenfassung

Mit den durchgeführten Analysen konnten Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Daten aufgezeigt werden. Die Zusammenhänge sind klein, geben aber Anhaltspunkte für weitere Erhebungen im Rahmen dieser Zielsetzung.

Die Gesichtstemperatur der Versuchspersonen (ermittelt aus Thermoaufnahmen) hängt schwach mit dem subjektiven Erleben zusammen. Es zeigen sich vereinzelt Korrelationen – diese fallen teilweise durchaus erwartungskonform aus, manche sind aber auch schwer interpretierbar. Die Korrelationen sind größtenteils eher gering und die Zusammenhänge erscheinen über die Untersuchungen hinweg wenig konsistent. Möglicherweise liegt dies daran, dass die Temperatur im Gesicht nicht ausschlaggebend für das subjektive Erleben oder nicht repräsentativ genug für die Körpertemperatur ist. Es ist jedoch auch denkbar, dass sich Personen darin unterscheiden, wie sich die Körpertemperatur im subjektiven Erleben widerspiegelt.

Die Korrelationsanalysen der objektiven Temperaturdaten an Schultern, Unterarmen und auf Kniehöhe (erhoben mit Temperatursensoren) zeigen inhaltlich stimmige Ergebnisse in Bezug auf die Parameter-Einschätzung. Es zeigt sich, dass der Zusammenhang der Temperaturwerte mit der Luftzug-Einschätzung größer ausfällt als mit der Temperatur-Einschätzung. Die Luftzug-Behaglichkeit hingegen hängt nicht mit den Temperaturwerten zusammen. Insgesamt zeigen sich nur vereinzelt Korrelationen mit der Klima-Behaglichkeit und dem aktuellen Wohlbefinden. Die Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass die Bedingungen komfortabler sind, wenn die Temperatur an Schultern und Unterarmen höher ist und an den Knien niedriger.

Die Korrelationen der Temperaturmesswerte mit den Temperatur-Einschätzungen der entsprechenden Körperteile zeigen für Schultern und Unterarme insgesamt deutlichere Zusammenhänge als die Analysen für die globalen Temperatur-Einschätzungen. Auch in Bezug auf die Temperatur-Behaglichkeit an den einzelnen Körperteilen zeigen sich entgegen den Korrelationen mit der Gesamteinschätzung der Temperatur-Behaglichkeit teilweise recht deutliche Korrelationen (vor allem der Unterarme mit den entsprechenden Temperaturwerten). Mit den differenzierten Temperaturmessdaten kann somit offenbar besser auf das Temperatur-Empfinden an den einzelnen Körperteilen geschlossen werden als auf das Gesamt-Temperatur-Empfinden. Die Temperatur an den Knien weist hingegen keinen einzigen bedeutsamen Zusammenhang zu den Temperaturbewertungen für den Beinbereich auf.

Die Vorhersage von Komforterleben mit Hilfe objektiver Daten ist bisher nur ansatzweise gelungen. Tendenzielle Effekte zeigen, dass Temperaturdaten des Oberkörpers einen etwas größeren positiven Beitrag zur Aufklärung des Wohlbefindens leisten als die mit Hilfe von Thermoaufnahmen erfassten Daten zur Gesichtstemperatur. Weitere Auswertungen mit größeren Datensätzen und optimierter Messmethodik können auf diesen Ergebnissen aufbauen.

#### 4. Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Das Projekt verfolgte die Zielsetzung der Validierung ausgewählter Komfortbedingungen und der Bewertung eines Instrumentariums zur Erfassung des subjektiven Wohlbefindens für den „Thermischen Komfort in der Flugzeugkabine“. Angestrebt wurde außerdem, eine erste Datenbasis für die Vorhersage von erlebtem Komfort in der Kabine bereitzustellen. Zur Umsetzung dieser Ziele wurden im Projektzeitraum vier Probandenversuche in der Do 728 mit jeweils 70 Personen durchgeführt. Mit diesen Versuchen sollte die Komfortwirkung zweier definierter Klimabedingungen ermittelt werden. In empirischen Untersuchungsdesigns wurden dazu die Parameter Kabinentemperatur, Luftströmung und Luftfeuchtigkeit entsprechend vorliegender Daten aus Echtflugmesskampagnen zu den Flugphasen Climb und Cruise gezielt variiert.

Das Befragungsinstrumentarium und die eingesetzte Messtechnik zur Erfassung der objektiven Bedingungen wurden während der Projektlaufzeit erfolgreich weiterentwickelt. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse aller vier Studien belegen eine gute Validität des verwendeten Erhebungsinstruments zum subjektiven Wohlbefinden. Analysiert wurden Unterschiede zwischen Klimafällen, spezifischen Bedingungen (z.B. Sitzreihen) und zwischen Untergruppen (z.B. Personen mit unterschiedlichen Klimapräferenzen).

Unterschiede zwischen den Klimafällen Cruise und Climb wurden aus subjektiver Sicht für die Parameter Temperatur, Luftzug und Luftqualität ermittelt. Entsprechend der objektiven Bedingungen wurde die Temperatur in Cruise kühler eingeschätzt als in Climb, der Luftzug stärker und die Luftqualität besser. Für die Luftfeuchtigkeit zeigen sich keine systematischen Zusammenhänge zwischen der Ausprägung der Luftfeuchtigkeit und dem subjektiven Erleben.

Die Einschätzung der Behaglichkeit der Parameter in den beiden Klimafällen liefert unterschiedliche Beurteilungen. Tendenziell werden jedoch die Temperatur und der Luftzug in Climb angenehmer bewertet als in Cruise während die Luftqualität in Climb schlechter bewertet wird als in Cruise. Insgesamt sind etwas mehr Personen mit der Bedingung Cruise zufrieden als mit Climb, wobei die absolute Anzahl der Zufriedenen nur maximal 76% erreicht.

Auch im Hinblick auf das psychische und physische Wohlbefinden, das differenziertere Aussagen über die Zufriedenheit erlaubt, wird der Komfortvorteil von Cruise deutlich. So geben die Versuchspersonen hier mehr Wachheit, Leistungsfähigkeit und eine bessere Stimmung an als für die Bedingung Climb.

##### Körperbereiche

Das Erleben der Klimasituationen liegt, wie für die Flugzeugkabine charakteristisch, für die einzelnen Körperbereiche nicht einheitlich vor. So wird das Klima am Kopf am angenehmsten erlebt, wobei der Nacken und der hintere Kopfbereich hiervon abweichen. Dort wird auch stärkerer Luftzug und vor allem am Nacken Unbehagen erlebt. Außerdem fühlen sich die befragten Personen mit der Temperatur im Beinbereich, vor allem an den Fußknöcheln, unbehaglich. Hier ist es zu kühl.

Weiterhin fällt das Komfortempfinden an einzelnen Körperbereichen für die beiden untersuchten Klimafälle unterschiedlich aus. Für die Bedingung Cruise zeigt sich: je wärmer die Temperatur erlebt wird, desto angenehmer ist sie und je stärker der Luftzug eingeschätzt wird, desto unangenehmer wird er bewertet. Die wärmere Temperatur wird vor allem an Stirn und Oberkörper angenehm empfunden. Unter der Bedingung Climb fühlen sich diejenigen Personen am wohlsten, deren Temperatureinschätzungen im middle-

ren Bewertungsfeld liegen. Die Temperaturbehaglichkeit des Oberkörpers liegt hier eher im unteren Bereich.

#### Sitzreihen

Für die Bewertung der Ergebnisse zum Komfort in den einzelnen Sitzreihen spielt die Sitzanordnung in der Do 728 eine Rolle: Auf der linken Seite sind von vorne betrachtet drei Sitzplätze nebeneinander angeordnet. Rechts vom Gang liegen zwei Sitzplätze. Links außen wird die Luftqualität schlechter bewertet – hier staut sich die warme Luft. Die wärmere Temperatur der Bedingung Climb führt dazu, dass dies eine unkomfortable Sitzplatzierung ist. In der kühleren Bedingung Cruise erweist sich der Wärmestau am Fenster als Vorteil. Die Gangreihen sind, vor allem in der Bedingung Cruise, durch Zugluft im Komfort beeinträchtigt. Die rechte Außenreihe erweist sich hingegen für eine Reihe von Klimaparametern (Temperatur, Luftzug, Luftqualität) als komfortabler als die anderen Reihen.

#### Personenmerkmale

Untersucht wurde die Wirkung von Geschlecht, Persönlichkeit und Klimapräferenz auf den erlebten Klimakomfort. Welche Klimabedingung als komfortabler erlebt wird, erscheint abhängig vom Geschlecht: Für weibliche Versuchspersonen erweist sich Climb als die komfortablere Bedingung, männliche Versuchspersonen fühlen sich hingegen in Cruise wohler. Für das Persönlichkeitsmerkmal Neurotizismus konnte gezeigt werden, dass dies insbesondere für das aktuelle Wohlbefinden eine Rolle spielt: Neurotischere Versuchspersonen weisen in jeder der untersuchten Klimabedingungen ein geringeres Wohlbefinden auf. Für das Merkmal Extraversion zeigen sich hingegen nicht wie erwartet Unterschiede im aktuellen Wohlbefinden. Die Ergebnisse der Mittelwertsvergleiche sowie der Korrelationsanalysen bescheinigen allgemeinen Klimapräferenzen eine Rolle in der Aufklärung von Komfortunterschieden. Es zeigt sich, dass die Klimabedingungen teilweise in Abhängigkeit von den Klimapräferenzen auf den erlebten Klimakomfort wirken. So zeigt sich beispielsweise in Cruise, der Bedingung mit stärkerem Luftzug, dass luftzugempfindlichere Personen geringere Luftzug-Behaglichkeit, geringere Gesamtbehaglichkeit und stärkere Unruhe erleben – nicht jedoch in Climb. Hitzeempfindlichkeit geht ebenfalls lediglich in der kühleren Bedingung Cruise mit stärkerer Temperatur-Behaglichkeit, Wachheit und Leistungsfähigkeit einher. Eine Präferenz für Wärme geht in der kühleren Bedingung Cruise mit geringerer Temperatur-Behaglichkeit, in Climb mit stärkerer Temperatur- und Klima insgesamt-Behaglichkeit einher.

Insgesamt scheint ein komplexes Wirkgefüge vorzuliegen, in welchem Personenmerkmale in Abhängigkeit von den herrschenden klimatischen Bedingungen für die Aufklärung von Unterschieden im Komforterleben eine Rolle spielen.

#### Zusammenhang zwischen objektiven und subjektiven Messungen

Die Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Daten sind klein, geben aber Anhaltspunkte für weitere Erhebungen, die dem Ziel der Vorhersage von Komforterleben auf der Basis von objektiven Messungen dienen. Die hier analysierten Temperaturdaten aus Thermoaufnahmen des Gesichtsfeldes liefern einen kleinen Beitrag für die Vorhersage von Komforterleben. Etwas deutlichere Zusammenhänge lassen sich finden, wenn die mit Hilfe von Sensoren erfassten Temperaturdaten der Schultern und Arme mit dem Erleben an diesen Körperbereichen in Beziehung gesetzt werden. Das Gesamtwohlbefinden lässt sich in der Tendenz mit Hilfe von Temperaturdaten des Oberkörpers vorhersagen. Insgesamt ist die Vorhersage von Komforterleben mit Hilfe von objektiven Daten bisher jedoch nur ansatzweise möglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich mit den Ergebnissen der vier Untersuchungen erwartungskonforme Unterschiede in der Klimabewertung belegen lassen. In einer Gesamtbewertung der erhobenen Komfortdaten aus allen vier Studien zeigt sich als Tendenz, dass die Klimabedingung „Cruise“ als komfortabler herausgestellt werden kann. Sie weist jedoch im Hinblick auf den thermischen Komfort nur maximal 76 % Zufriedene auf. Eine veränderte Beströmung - vor allem im unteren Beinbereich - an den Gangplätzen sowie die Berücksichtigung unterschiedlicher Klimapräferenzen verschiedener Personengruppen bieten Optimierungspotential. Weiterhin kann ein erster Ansatz zur Vorhersage von Komfortbedingungen vorgelegt werden, der jedoch mit Hilfe eines größeren Datensatz ausgearbeitet werden müsste.

Kritisch hervorzuheben ist, dass alle erhobenen Daten mit einer homogenen Stichprobe von Studenten gewonnen wurden. Als weiterer Validierungsschritt ist daher eine Replikation der Ergebnisse mit repräsentativeren Stichproben anzustreben. Außerdem schränkt die Versuchssituation am Boden den Gültigkeitsbereich der erhobenen Daten ein. Ein deutlicher Erkenntnisgewinn im Hinblick auf die Validität würde durch Forschung in Echtflügen erzielt, die jedoch erheblichen organisatorischen und finanziellen Mehraufwand bedingen. Ein weiteres Ziel stellt auch die Weiterentwicklung im methodischen Vorgehen zur Erfassung objektiver Klimadaten in direkter Körfernähe von Probanden dar. Um im Weiteren den Ausbau der Datenbank als Basis für die Vorhersage von thermischem Komfort für eine gegebene Kabinenauslegung voran zu treiben, wäre ein umfangreicher Datenpool aufzubauen, der sowohl Komfortbewertungen vieler Personen als auch Bewertungen mehrerer unterschiedlicher Klimafälle umfassen sollte.

**Literaturverzeichnis**

- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (2008). *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar nach Costa und McCrae* (2., neu normierte und vollständig überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Dumur, E.; Banard, Y. & Boy, G. (2004). Designing for comfort. In D. de Waard, K.A. Brookhuis & C.M. Weikert (Eds.), *Human Factors in design*. (pp.111-127). Maastricht, the Netherlands: Shaker.
- Fanger, P.O. (1972). *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Frank, R. (2003). FAW-Fragebogen zur Erfassung des aktuellen körperlichen Wohlbefindens. In J. Schumacher, A. Klaiberg & E. Brähler (Hrsg.), *Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden* (S.116-121). Göttingen: Hogrefe.
- HEACE – Health Effects in Aircraft Cabin Environment. Retrieved February 2<sup>nd</sup>, 2010, from <http://www.heace.org>.
- ICE – Ideal Cabin Environment Project. Retrieved February 2<sup>nd</sup>, 2010, from <http://www.ice-project.eu>.
- Marggraf-Micheel, C. & Jaeger, S. (2007). *Erfassung des subjektiven Wohlbefindens in der Flugzeugkabine* (Forschungsbericht 2007-7). Hamburg: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin.
- Marggraf-Micheel, C., Rütten, M. & Piewald, C. (2009). *Thermal Comfort in the Aircraft Cabin: The Potential of Objective and Subjective Measurement*. Conference Proceedings, CEAS 2009 – European Air and Space Conference in Manchester, UK, 26.-29.10.2009.
- Piewald, C. (2009). *Raumklima und Komfort: Klimapräferenzen und Persönlichkeitsmerkmale als Einflussfaktoren auf das Wohlbefinden in der Flugzeugkabine*. Diplomarbeit, Universität Hamburg.
- Quehl, J. (2001). *Comfort studies on aircraft interior sound and vibrations*. Dissertation, Universität Oldenburg.
- Rütten, M., Konstantinov, M. & Wagner, C. (2008). Analysis of Cabin Air Ventilation in the DO728 Test Facility based on High-Resolution Thermography. Vortrag auf dem Deutschen Luft- und Raumfahrtkongress in Darmstadt, 23.-25.09.2008.
- Schimmack, U. (1997). Ein Vorschlag zur kontextvaliden Erfassung von Stimmungen. *Diagnostica*, 43, 150-173.
- Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P. & Eid, M. (1997). *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)*. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.
- Streblow, R., Müller, D., Gores, I. & Bendfeldt, P. (2009). Thermisches Komfortmodell für inhomogene Umgebungsbedingungen. *Bauphysik*, 31, 38 - 41.
- Umemiya, N. (2006). Seasonal variations of physiological characteristics and thermal sensation under identical thermal conditions. *Journal of Physiological Anthropology*, 25, 29-39.
- Vankan, W.J. (2009). *Predicting well-being-results from the ICE project*. Conference Paper, International ICE Conference – Ideal Cabin Environment, Munich, 9.-10.03.2009.

Zhang, H. (2003). *Human thermal sensation and comfort in transient and non-uniform thermal environments*. Dissertation, University of California, Berkeley/USA.



**Anhang A**

## Sitzplan

**Hinten**

66	67	68
61	62	63
56	57	58
51	52	53
46	47	48
41	42	43
36	37	38
31	32	33
26	27	28
21	22	23
16	17	18
11	12	13
6	7	8
1	2	3

Reihe  
links  
außen

Reihe  
links  
Mitte

Reihe  
links  
Gang

**Hinten**

69	70
64	65
59	60
54	55
49	50
44	45
39	40
34	35
29	30
24	25
19	20
14	15
9	10
4	5

Reihe  
rechts  
Gang

Reihe  
rechts  
außen

**Vorne****Vorne**

*Anmerkung.* Die Sitzplätze, für welche differenzierte Temperaturmessungen vorliegen, sind grau unterlegt.

**Anhang B**

Tabelle B-1

*Mai 2009: Übersicht der Mittelwerte der Klimabewertungen pro Körperteil (N = 70)*

		Temperatur-Einschätzung		Temperatur-Behaglichkeit		Luftzug-Einschätzung		Luftzug-Behaglichkeit	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Stirn	<i>M</i>	3.65*	4.44 <sup>+</sup>	3.55**	3.17	2.44	1.71	3.41 <sup>+</sup>	3.36
	<i>SD</i>	0.69	0.72	0.69	0.70	1.11	0.85	0.66	0.62
Nase	<i>M</i>	3.57	4.26	3.46*	3.21	2.42	1.72	3.36	3.34
	<i>SD</i>	0.61	0.65	0.71	0.68	1.15	0.85	0.54	0.62
rechtes Ohr	<i>M</i>	3.61	4.37	3.37	3.14	2.40	1.59	3.34	3.26
	<i>SD</i>	0.80	0.92	0.72	0.67	1.26	0.89	0.69	0.62
Oberkörper	<i>M</i>	3.59	4.74**	3.39	3.05	2.24	1.41**	3.26	3.26
	<i>SD</i>	0.81	0.81	0.82	0.84	1.13	0.67	0.61	0.72
rechter Oberarm	<i>M</i>	3.50	4.41	3.17	3.13	2.30	1.58	3.22	3.25
	<i>SD</i>	0.82	0.84	0.83	0.70	1.28	0.87	0.64	0.67
rechter Unterarm	<i>M</i>	3.54	4.38	3.24	3.09	2.26	1.56	3.25	3.21
	<i>SD</i>	0.80	0.79	0.75	0.66	1.23	0.85	0.60	0.68
rechte Hand	<i>M</i>	3.64	4.39	3.31	3.16	2.41	1.82 <sup>+</sup>	3.39	3.30
	<i>SD</i>	0.82	0.91	0.73	0.69	1.11	0.77	0.63	0.63
rechter Oberschenkel	<i>M</i>	3.34	4.25	3.01*	3.01	2.51	1.69	3.19	3.07*
	<i>SD</i>	0.93	0.84	0.80	0.70	1.25	1.00	0.74	0.67
rechter Unterschenkel	<i>M</i>	3.39	4.20	2.97**	3.00	2.44	1.71	3.19	3.13
	<i>SD</i>	0.97	0.83	0.76	0.67	1.22	0.96	0.73	0.68
rechter Knöchel	<i>M</i>	3.28	4.01*	3.01*	3.05	2.46	1.78	3.19	3.25
	<i>SD</i>	1.08	0.92	0.90	0.74	1.19	0.90	0.79	0.64
Kopf	<i>M</i>	3.56	4.30	3.43*	3.19	2.46	1.71	3.39	3.34
	<i>SD</i>	0.68	0.70	0.71	0.73	1.19	0.87	0.63	0.67
linkes Ohr	<i>M</i>	3.59	4.26	3.39*	3.22	2.21	1.63	3.39 <sup>+</sup>	3.31
	<i>SD</i>	0.79	0.74	0.63	0.62	1.06	0.89	0.58	0.60
Nacken	<i>M</i>	3.36	4.11*	3.24	3.21	2.46	1.75	3.22	3.34
	<i>SD</i>	0.83	0.70	0.86	0.67	1.27	0.92	0.71	0.67
linker Oberarm	<i>M</i>	3.46	4.38	3.26	3.13	2.21	1.50	3.26	3.21
	<i>SD</i>	0.84	0.75	0.81	0.70	1.28	0.84	0.67	0.66
linker Unterarm	<i>M</i>	3.50	4.39	3.26	3.16	2.18	1.46*	3.25	3.26
	<i>SD</i>	0.80	0.68	0.78	0.64	1.25	0.72	0.59	0.65
linke Hand	<i>M</i>	3.57	4.44	3.36	3.15	2.36	1.71	3.34	3.31
	<i>SD</i>	0.82	0.83	0.74	0.70	1.10	0.71	0.67	0.58
linker Oberschenkel	<i>M</i>	3.34	4.22	3.07	3.01	2.56	1.58	3.20	3.06*
	<i>SD</i>	0.99	0.88	0.90	0.74	1.31	0.87	0.82	0.70
linker Unterschenkel	<i>M</i>	3.37	4.17	3.07 <sup>+</sup>	3.09	2.49	1.62	3.11 <sup>+</sup>	3.13
	<i>SD</i>	0.94	0.76	0.81	0.62	1.30	0.83	0.75	0.63
linker Knöchel	<i>M</i>	3.30	3.92**	3.03*	3.04	2.46	1.76	3.17	3.22
	<i>SD</i>	1.10	0.85	0.89	0.65	1.29	0.85	0.80	0.67
Gesamt	<i>M</i>	3.48	4.30	3.24	3.12	2.38	1.65	3.27	3.24
	<i>SD</i>	0.56	0.62	0.57	0.52	0.93	0.65	0.49	0.52

Tabelle B-2

September 2009: Übersicht der Mittelwerte der Klimabewertungen pro Körperteil  
(N = 67 bis 70)

		Temperatur-Einschätzung		Temperatur-Behaglichkeit		Luftzug-Einschätzung		Luftzug-Behaglichkeit	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Stirn	<i>M</i>	3.81**	4.64**	3.07	3.14	2.11	1.56	3.24	3.28
	<i>SD</i>	0.87	0.83	0.73	0.94	1.25	0.91	0.76	0.94
Nase	<i>M</i>	3.70 <sup>+</sup>	4.41	2.99	3.13	2.27	1.53	3.22	3.28
	<i>SD</i>	0.82	0.86	0.85	0.89	1.24	0.76	0.73	0.77
rechtes Ohr	<i>M</i>	3.73 <sup>+</sup>	4.50	2.99	3.17	2.14	1.70	3.03	3.32
	<i>SD</i>	0.98	0.93	0.80	0.87	1.37	0.86	0.82	0.84
Oberkörper	<i>M</i>	3.59	4.91**	3.01	2.93	2.00	1.56	3.15	3.23
	<i>SD</i>	0.83	0.90	0.76	1.10	1.18	0.79	0.78	0.83
rechter Oberarm	<i>M</i>	3.79**	4.59*	3.03	3.04	1.83**	1.54	3.24	3.16
	<i>SD</i>	0.80	0.91	0.59	0.96	1.13	0.85	0.71	0.86
rechter Unterarm	<i>M</i>	3.73*	4.57 <sup>+</sup>	3.09 <sup>+</sup>	3.12	1.81**	1.49 <sup>+</sup>	3.25 <sup>+</sup>	3.22
	<i>SD</i>	0.76	0.94	0.66	0.99	1.00	0.85	0.70	0.90
rechte Hand	<i>M</i>	3.74**	4.56 <sup>+</sup>	3.17**	3.14	2.17	1.56	3.24	3.31
	<i>SD</i>	0.88	0.88	0.73	0.88	1.19	0.77	0.87	0.89
rechter Oberschenkel	<i>M</i>	3.37	4.34	2.84	3.03	2.33	1.56	3.09	3.19
	<i>SD</i>	0.85	0.95	0.74	0.92	1.36	0.88	0.73	0.83
rechter Unterschenkel	<i>M</i>	3.29*	4.17 <sup>+</sup>	2.83	3.04	2.47	1.69	2.97	3.15
	<i>SD</i>	0.92	0.92	0.82	0.81	1.45	0.93	0.78	0.92
rechter Knöchel	<i>M</i>	3.30 <sup>+</sup>	4.13	2.74 <sup>+</sup>	2.94	2.44	1.69	2.96	3.07
	<i>SD</i>	1.08	1.18	0.83	0.92	1.47	0.84	0.88	0.90
Kopf	<i>M</i>	3.57	4.30	3.01	3.04	2.40	1.73	2.99	3.20
	<i>SD</i>	0.75	0.89	0.80	0.86	1.47	0.85	0.86	0.75
linkes Ohr	<i>M</i>	3.69	4.34	3.01	3.10	2.01	1.69	3.13	3.17
	<i>SD</i>	0.96	0.92	0.74	0.78	1.11	0.88	0.71	0.78
Nacken	<i>M</i>	3.29*	4.23	2.74	2.91	2.50	1.86	2.93	3.12
	<i>SD</i>	0.95	0.98	1.01	0.86	1.63	1.02	0.97	0.85
linker Oberarm	<i>M</i>	3.60	4.41	2.93	3.21	2.14	1.64	3.16	3.19
	<i>SD</i>	0.97	0.83	0.71	0.92	1.45	0.96	0.74	0.82
linker Unterarm	<i>M</i>	3.49	4.30	3.04	3.22	2.09	1.61	3.19	3.26
	<i>SD</i>	0.81	0.80	0.72	0.87	1.29	0.95	0.69	0.85
linke Hand	<i>M</i>	3.46	4.16 <sup>+</sup>	3.06	3.13	2.29	1.77	3.19	3.16
	<i>SD</i>	0.91	0.94	0.76	0.87	1.31	1.00	0.81	0.91
linker Oberschenkel	<i>M</i>	3.34	4.23	2.83	2.97	2.39	1.76	3.01	3.13
	<i>SD</i>	0.88	0.95	0.75	0.85	1.47	0.94	0.76	0.80
linker Unterschenkel	<i>M</i>	3.20**	3.99**	2.72*	3.07	2.46	1.80	2.94	3.19
	<i>SD</i>	0.99	1.06	0.86	0.82	1.62	1.03	0.79	0.84
linker Knöchel	<i>M</i>	3.16**	3.94**	2.71*	2.94	2.56 <sup>+</sup>	1.80	2.94	3.19
	<i>SD</i>	1.07	1.21	0.93	0.92	1.60	0.99	0.93	0.84
Gesamt	<i>M</i>	3.52	4.35	2.94	3.07	2.23	1.66	3.09	3.20
	<i>SD</i>	0.43	0.64	0.47	0.72	0.97	0.66	0.51	0.69

Tabelle B-3

Mai 2009 Klima-Einschätzung

		Temperatur-Einschätzung		Luftzug-Einschätzung		Luftfeuchtigkeit-Einschätzung		Luftqualität-Einschätzung	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Links außen (n = 14)	<i>M</i>	3.54	4.86	2.25	1.68	3.61	3.54	3.89	4.68
	<i>SD</i>	0.82	0.79	0.70	0.50	1.04	0.80	0.98	1.07
Links Mitte (n = 14)	<i>M</i>	3.00	4.54	3.54	2.36	3.75	3.25	3.46	5.18
	<i>SD</i>	0.81	1.05	1.26	0.93	1.16	1.01	1.60	0.82
Links Gang (n = 14)	<i>M</i>	2.75	4.46	3.46	2.25	3.25	3.04	3.36	4.36
	<i>SD</i>	0.85	0.99	1.31	0.55	1.05	1.13	1.26	1.55
Rechts Gang (n = 14)	<i>M</i>	3.00	4.57	3.50	2.36	3.79	3.43	3.46	4.36
	<i>SD</i>	0.78	0.90	0.92	0.95	0.87	0.73	1.39	0.95
Rechts außen (n = 14)	<i>M</i>	3.11	4.75	3.21	1.79	3.96	3.07	3.68	4.75
	<i>SD</i>	0.66	0.73	0.85	0.54	0.66	0.90	1.22	1.11
Gesamt (n = 70)	<i>M</i>	3.08	4.64	3.19	2.09	3.67	3.26	3.57	4.66
	<i>SD</i>	0.81	0.88	1.12	0.76	0.97	0.92	1.28	1.13

Tabelle B-4

Mai 2009 Klima-Behaglichkeit

		Temperatur-Behaglichkeit		Luftzug-Behaglichkeit		Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit		Luftqualität-Behaglichkeit		Klima insgesamt-Behaglichkeit	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Links außen (n = 14)	<i>M</i>	3.29	3.04	3.61	3.21	2.96	2.96	3.04	2.79	3.21	2.86
	<i>SD</i>	0.75	1.06	0.49	0.93	0.89	0.91	0.60	0.80	0.70	0.89
Links Mitte (n = 14)	<i>M</i>	3.29	3.04	3.32	2.96	3.39	2.43	3.50	2.43	3.61	2.79
	<i>SD</i>	0.89	0.75	0.93	0.69	0.94	0.62	0.96	0.70	0.74	1.01
Links Gang (n = 14)	<i>M</i>	3.21	2.75	2.96	3.21	2.96	2.43	3.57	2.82	3.07	2.93
	<i>SD</i>	1.22	0.96	0.87	0.73	0.93	0.81	0.98	0.93	1.04	0.90
Rechts Gang (n = 14)	<i>M</i>	2.96	2.75	3.21	3.04	3.29	3.07	3.36	2.93	2.93	2.82
	<i>SD</i>	1.12	0.70	1.01	0.77	0.85	0.58	0.99	0.68	1.00	0.58
Rechts außen (n = 14)	<i>M</i>	3.21	3.25	3.04	3.00	3.46	2.89	3.39	2.50	3.18	2.86
	<i>SD</i>	0.97	0.87	0.82	0.85	0.77	0.81	0.92	0.76	0.72	0.60
Gesamt (n = 70)	<i>M</i>	3.19	2.96	3.23	3.09	3.21	2.76	3.37	2.69	3.20	2.85
	<i>SD</i>	0.98	0.87	0.85	0.78	0.88	0.78	0.90	0.78	0.86	0.79

Tabelle B-5

*September 2009 Klima-Einschätzung*

		Temperatur-Einschätzung		Luftzug-Einschätzung		Luftfeuchtigkeit-Einschätzung		Luftqualität-Einschätzung	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Links außen (n = 13)	<i>M</i>	3.85	5.23	2.77	1.85	2.85	2.31	4.77	5.69
	<i>SD</i>	1.14	0.73	1.01	0.90	0.90	1.25	1.24	1.18
Links Mitte (n = 14)	<i>M</i>	2.93	5.21	3.50	2.43	3.21	2.79	3.43	5.00
	<i>SD</i>	0.73	1.12	1.40	1.22	0.80	0.89	0.85	1.18
Links Gang (n = 14)	<i>M</i>	3.07	4.86	4.14	3.00	3.50	3.29	3.00	4.36
	<i>SD</i>	1.27	0.77	1.23	1.41	0.52	0.83	0.96	1.08
Rechts Gang (n = 14)	<i>M</i>	2.79	4.79	3.64	2.64	3.00	3.57	3.79	4.50
	<i>SD</i>	0.80	0.58	1.50	1.15	1.11	1.02	1.12	1.09
Rechts außen (n = 14)	<i>M</i>	3.43	4.57	2.93	1.93	3.14	3.29	3.71	4.36
	<i>SD</i>	0.94	0.76	1.64	0.73	0.86	0.99	1.14	0.93
Gesamt (n = 69)	<i>M</i>	3.20	4.93	3.41	2.38	3.14	3.06	3.72	4.77
	<i>SD</i>	1.04	0.83	1.43	1.16	0.86	1.07	1.19	1.18

Tabelle B-6

*September 2009 Klima-Behaglichkeit*

		Temperatur-Behaglichkeit		Luftzug-Behaglichkeit		Luftfeuchtigkeit-Behaglichkeit		Luftqualität-Behaglichkeit		Klima insgesamt-Behaglichkeit	
		Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb	Cruise	Climb
Links außen (n = 13)	<i>M</i>	3.00	2.62	2.77	2.69	2.46	1.85	2.77	1.92	3.00	2.46
	<i>SD</i>	1.00	1.12	0.73	0.95	0.78	0.80	0.93	0.95	0.82	0.97
Links Mitte (n = 14)	<i>M</i>	2.57	2.50	2.36	2.64	2.64	2.43	3.29	2.36	2.71	2.64
	<i>SD</i>	0.76	1.02	0.74	0.74	0.50	0.76	0.91	1.01	0.73	1.08
Links Gang (n = 13)	<i>M</i>	2.38	3.23	2.38	3.31	3.23	2.85	3.46	2.69	2.77	2.92
	<i>SD</i>	0.77	1.01	0.51	0.75	0.83	0.55	0.88	0.63	0.83	0.76
Rechts Gang (n = 14)	<i>M</i>	2.71	3.36	2.14	2.86	2.57	2.79	3.36	2.86	2.43	3.29
	<i>SD</i>	0.99	1.01	0.77	0.86	0.85	0.70	0.84	0.66	0.94	0.99
Rechts außen (n = 14)	<i>M</i>	2.71	3.64	3.00	3.43	3.00	3.14	3.43	3.29	2.79	3.36
	<i>SD</i>	0.83	1.01	1.18	0.76	1.04	1.10	0.94	0.83	0.70	1.01
Gesamt (n = 68)	<i>M</i>	2.68	3.07	2.53	2.99	2.78	2.62	3.26	2.63	2.74	2.94
	<i>SD</i>	0.87	1.10	0.85	0.86	0.84	0.90	0.91	0.93	0.80	1.01